

STAZIONE CHIMICO-AGRARIA SPERIMENTALE
DI UDINE

ANNALI

Serie III.ª Vol. III.°



UDINE
STABILIMENTO TIPOGRAFICO FRIULANO
1938 - XVI



STAZIONE CHIMICO-AGRARIA SPERIMENTALE
DI UDINE

ANNALI

Serie III.ª Vol. III.°



UDINE
STABILIMENTO TIPOGRAFICO FRIULANO
1938 - XVI

Problemi del terreno e difficoltà ambientali nei comprensori di bonifica [1]

Vano riuscirebbe attendersi, dalla presente breve comunicazione, uno sviluppo adeguato del tema propostomi, data la molteplicità e complessità dei problemi in parola, che investono e interessano non meno lo studioso che il pratico bonificatore, ed ancora in rapporto al tempo ristretto che a questa trattazione poteva concedersi nel significativo preordinato convegno.

Tralasciando quindi di proposito ogni riferimento ai territori di vecchia bonifica, nonchè a quelli superiori delle risorgenze od arido ghiaiosi dell'alta-media pianura e pure alle zone sabbiose dei cordoni littoranei, perchè o ormai definitivamente acquisiti all'agricoltura o presentanti caratteristiche pedologiche ed ambientali di relativo minor rilievo e gravosità, la relazione stessa verrà limitata all'esame di alcuni aspetti fondamentali dei comprensori del vasto estuario veneto-padano, scelti tra quelli di *più difficile redenzione,* che mettono pertanto a ben dura prova gli sforzi e le energie di quanti si sono accinti o si accingono alla nobile impresa della trasformazione agraria.

Trattasi in ogni modo di problemi di carattere essenzialmente tecnico, additati e sintetizzati anche dalla viva voce di eminenti e pratici bonificatori. Osservano essi infatti, aversi necessità assoluta di superare al più presto le insite difficoltà ambientali e di terreno che aggravano e prolungano il periodo iniziale di mancato o scarso reddito della trasformazione; chiedersi pertanto aiuto alla tecnica per aumentare e migliorare la produzione che sola può permettere di fronteggiare i canoni di bonifica e gli altri numerosi e gravi oneri dell' impresa.

Problemi di ieri, anche in tempi di non così dura crisi, come dell'oggi, chè, la strada delle bonifiche è stata in ogni tempo irta di spine.

Devesi invero ritenere che la mancata o la ritardata riuscita di molte iniziative è dovuta bene spesso alla ignorata situazione ambientale di partenza e alla conseguente impreparazione tecnica, oltrechè finanziaria;

---

[1] *Relazione al Convegno Nazionale dei Tecnici Agricoli. - Venezia 29 aprile 1933 - XI.*

nè può d'altronde ancora dirsi che gli studi chimico-agronomici sulle zone di bonifica, da servire di guida, abbiano seguito nel nostro paese e nelle peculiari nostre condizioni di clima e di suolo il ritmo celere richiesto dalle opere di redenzione agraria che il Regime Fascista ha con alta visione realizzatrice esteso a così vasti territori.

Dobbiamo guardare a Vittorio Peglion quale antesignano e caposcuola in Italia di tale ordine di studi e d'indagini, da Lui condotti con raro acume di scienziato e con largo senso pratico, studi che vanno ora incrementandosi e che il recente nuovo Testo di Legge sulle bonifiche ha posto quali caposaldi preliminari per la progettazione di nuove opere.

Alle ricerche riguardanti il Veneto ha potuto dare in questi ultimi anni sensibile contributo la Stazione Chimico-Agraria Sperimentale di Udine, mercè anche l'appoggio morale e finanziario concesso da S. E. Serpieri che regge con tanto plauso la Bonifica integrale e da Enti vari della regione, che qui sentitamente ringrazio.

E' apparso pertanto opportuno segnalare, sia pure in via del tutto preliminare, alcuni punti salienti in merito agli studi sinora compiuti, al fine di trarne norme di esame e discussione per talune direttive sulla tecnica della trasformazione fondiaria che, a mezzo di una più larga sperimentazione che si sta predisponendo presso Enti ed aziende attrezzate, potranno trovare conforto di pratica applicazione.

I fondamentali difetti delle nuove terre di bonifica dell'estremo bassopiano veneto-padano, conseguenti al regime di laguna più o meno viva, di ex valli da pesca od ancora di carattere barenoso o comunque palustre cui i terreni stessi hanno soggiaciuto per lunghi secoli, sono comunemente attribuiti al manto torboso o cuoroso che spesso li ricopre o alla salsedine preesistente; in molti casi torbe e salsedine si sommano nello stesso comprensorio.

La salinità si conserva in detti terreni per un lungo e talora insospettato periodo di anni e ben a ragione lo storico veneziano Marco Cornaro ricordava che quivi " *li albori per niente viverave, perchè come la radise tocha el salso quelli sono morti* „.

Le torbe oltre ai ben noti difetti fisici determinano un ambiente viziato che si arricchisce di sostanze nocive alla vegetazione.

Le acque dei colatori di bonifica, dalle scoline ai canali di macchina, quasi sempre imbevibili dagli stessi animali, rispecchiano all'evidenza per la loro composizione quanto sopra accennato.

Va tuttavia subito osservato come i termini indicati di " *terreni torbosi* „ e di " *terreni salsi* „ non rappresentino che espressioni generiche di un complesso svariatissimo di cause ed effetti che occorre indagare più intimamente col sussidio delle moderne cognizioni scientifiche.

Necessita pertanto esaminare in dettaglio quali sono i processi fisicochimici e biologici che accompagnano il graduale risanamento del terreno, le reazioni principali e secondarie che vanno svolgendosi, al fine pratico

d'intervento per meglio guidarle e limitare così al minimo possibile il periodo dell'incerta produzione.

Gli studi in parola non possono quindi basarsi sul semplice saggio di campioni isolati di terreno o di acque, essi devono mirare invece all'indagine totalitaria delle condizioni fisico-ambientali dei singoli comprensori, indagine da suffragarsi con metodiche ricerche di campagna e di laboratorio, che vanno condotte per un congruo periodo di tempo.

A tale riguardo ho ottenuto ausilio notevole dallo studio continuato e sistematico delle lame acquose che imbevono il substrato dei territori bonificandi o bonificati, poichè è nella falda liquida del sottosuolo che quasi sempre vanno accumulandosi i prodotti di lisciviazione, di riduzione ossidazione, ecc., ed ancora di nuova sintesi dei processi dianzi ricordati; prodotti che alla loro volta possono per capillarità risalire in superficie, compromettendo in varia misura le singole coltivazioni.

Ai colatori di bonifica va pertanto assegnata particolare importanza non solo in quanto essi servono ad allontanare le acque in eccesso, ma bensì anche per la loro funzione di smaltitori dei sali e dei prodotti nocivi, questi assai ingenti anche nei terreni torbosi non salmastri.

I fatti che si sono potuti accertare da queste ricerche traducono in larga misura l'entità dei fenomeni che particolarmente vanno svolgendosi negli strati superficiali del terreno e nell'immediato sottosuolo a seguito delle opere di bonifica e delle pratiche tecnico colturali; con tale metodo essi possono seguirsi passo passo anche a seconda dell'andamento stagionale che v'influisce in modo cospicuo, sia d'ordine qualitativo che quantitativo.

Le indagini stesse, compiute col sussidio di una vasta rete di pozzetti opportunemente distribuiti in svariati comprensori, hanno permesso ancora importanti osservazioni per quanto ha riferimento al " franco di coltivazione „ che, in un numero non pensato di casi, è apparso insufficiente ad assicurare l'ottimo rendimento delle comuni colture.

I rapidi deperimenti, le alterne vicende del ciclo vegetativo, le facilitate invasioni crittogamiche e le conseguenti scarse produzioni finali delle coltivazioni stesse, vanno qui poste in stretta relazione col non efficiente franco di coltivazione e, come si è veduto, con le proprietà delle soluzioni acquose circolanti ricche di sali o comunque di sostanze nocive alla vegetazione.

Nel mentre può osservarsi come varie situazioni idrauliche esistenti andrebbero, anche al lume di questi criteri, sensibilmente rivedute, ogni attenzione va richiamata in merito alla sistemazione superficiale dei terreni e alla rete ultima dei colatori, quasi sempre insufficiente nel primo periodo susseguente al dissodamento, ma di sovente mal curata anche nei terreni di meno recente bonifica.

Nè, in molti casi, sembra doversi temere per un eccessivo depauperamento idrico anche estivo, che comunque può fronteggiarsi con opportune norme agronomiche.

Tra queste va posta nella dovuta evidenza la buona tecnica delle la-

vorazioni profonde atte ad aumentare, ove applicabile, la capacità idrica del terreno. In merito a tale tecnica e all'integrazione idrica di ristoro ricordo la magistrale e dotta trattazione fattane da S. E. Peglion nel marzo 1932 nell'occasione di quel riuscito congresso Veneto delle bonifiche.

L'irrigazione stessa, per la quale vi ha attualmente tanto fervore di opere e d'iniziative, varrà poi in questi ed altri casi a neutralizzare ogni effetto che potesse imputarsi ad un qualche abbassamento della falda idrica, facilitando nel contempo la lisciviazione e l'allontanamento dei prodotti nocivi.

Le ricerche compiute convincono infatti che occorre prima di tutto favorire ed accelerare al massimo il risanamento del terreno, eliminando quelle situazioni incerte e dannose in precedenza esaminate.

Terreni torbosi. — Il non di rado eccessivo ricoprimento organico che si rinviene nelle zone del nostro bassopiano, crea, come è ben noto, condizioni assai difficili per la valorizzazione agraria di quei comprensori. Tale manto rappresenta l'accumulo lento e secolare dei residui della flora palustre ed anche alofila che vi trovava ottime condizioni di sviluppo, in uno al groviglio delle radici della più recente vegetazione.

Le zone che risultano così eccessivamente organiche, ostacolano ed anche impediscono nei primi anni le lavorazioni del terreno, poichè in esse vi affondano motori ed attrezzi, nel mentre in corso di tempo si costipano notevolmente originando zone depresse e comunque falcidiando un più utile franco di vegetazione.

I terreni torbosi trattengono una elevata percentuale di acqua che tuttavia cedono poi assai difficilmente; una volta asciutti essi s'imbibiscono di nuovo con difficoltà, richiedendo allo scopo notevole massa fluida.

Le torbe presentano quasi sempre reazione notevolmente acida; a tale proposito va però rilevato come le ricerche da me compiute e di cui riferisco, vengano ormai a sfatare la comune credenza che debba cioè trattarsi di acidità organica; questa in ogni modo non può raggiungere gli alti esponenti acidimetrici che quivi assai spesso si rinvengono e non riuscirebbe pertanto di sensibile nuocimento alla vegetazione.

Riesce invece dimostrato che l'acidità stessa è di natura inorganica e particolarmente dovuta ai prodotti di ossidazione dello zolfo.

Nelle torbe si trovano ingenerati composti piritosi, non di rado in sensibile copia che, per processi ossidativi e biologici, danno luogo a formazione di numerosi composti intermedi ed infine a sali fortemente dissociati in soluzione acquosa (ferrosi ed alluminici) quali il solfato ferroso ecc. riscontrandosi talora, in deficienza di basi, la presenza dello stesso acido solforico libero, in uno a cospicui depositi di zolfo amorfo biancastro che di sovente tappezza il fondo delle scoline e dei colatori maggiori.

Gli stessi materiali torbosi forniscono poi la sorgente forse maggiore per tali prodotti acidi in quanto, con la demolizione della sostanza organica di natura proteica, si liberano notevoli quantità di zolfo che viene mineralizzato dagli agenti chimico-biologici ed ulteriormente ossidato con formazione dei composti acidi sopraricordati.

Ciò determina inoltre una notevole decalcificazione del terreno.

Ove lo strato torboso raggiunge sensibile spessore ed ove ancora il sottosuolo appare povero o privo di calcare, non vi ha possibilità di pronta neutralizzazione di tali prodotti con formazione di $Ca\ SO_4$ neutro; quivi pertanto le soluzioni acquose che imbevono il substrato possono raggiungere gradi di acidità superiori di cento, mille e perfino diecimila volte (sino a P_H 3) all'esponente dell'acqua neutra.

Notevolissime ed ovvie al riguardo le variazioni stagionali, corrispondenti ai periodi di più o meno intensa ossidazione o, all'opposto, di maggior dilavamento meteorico, cui fa riscontro il ricordato mutevole comportamento della vegetazione.

I fenomeni di cui sopra sono più accentuati a partire dal 2° e 3° anno del prosciugamento e del dissodamento del terreno, man mano cioè che riescono facilitati i processi di ossidazione dello strato superficiale; a ciò va con tutta probabilità attribuito il fatto spesso constatato dai bonificatori, del maggior successo delle coltivazioni sui primissimi dissodamenti in confronto a quelli che si verificano susseguentemente e spesso per un considerevole numero di anni.

Difetti fisici, in uno al non di rado lamentato insufficiente franco colturale e alla imperfetta sistemazione del terreno, acidità minerale elevatissima, presenza di sostanze saline o comunque assai nocive, costituiscono dunque secondo la più recente diagnosi gli ostacoli maggiori che si frappongono alla redenzione delle terre torbose e cuorose.

L'elencazione stessa non può tuttavia dirsi con ciò completata; le avversità di cui sopra risultano infatti ancora aggravate dal mancato potere nitrificante nella fase iniziale (predomina qui la formazione di composti ammoniacali), dall'aridità delle torbe nel periodo estivo, dal pullulare delle erbe infestanti, dagli attacchi crittogamici, dalle invasioni degli elateridi, dei grillotalpa ecc., nonchè dal complesso delle condizioni primitive d'ambiente e di carattere igienico.

Le difficoltà vanno comunque superate con fede e tenacia, usufruendo di tutto quanto può offrire la moderna tecnica e la pratica esperienza.

Al riguardo e con speciale riferimento alle prime cause illustrate, vanno tenute in notevolissimo conto le norme dianzi riferite in merito alla complessa tecnica di risanamento del terreno: impianti idraulici ben rispondenti, razionale rete di coli e sistemazione accurata della superficie che assicurino dell'efficienza del franco di coltivazione.

Per quanto si riferisce alle lavorazioni, ovvia può apparire la tesi sostenuta con grande senso pratico dal Mazzotto sin dallo storico con-

gresso di S. Donà di Piave: doversi dare cioè la preferenza, nei terreni torbosi e nella fase iniziale, ai lavori di tipo leggero, semprechè può aggiungersi, non risulti possibile con un maggior approfondimento dell'aratro riportare in superficie terreno minerale il cui effetto ammendante è ivi d'indiscussa e notevole efficacia.

La tesi del Mazzotto trova conforto anche nei risultati delle più recenti indagini; tali lavorazioni leggere e ripetute, oltrechè costituire un potente mezzo di lotta contro le erbe infestanti, raggiungono infatti lo scopo di favorire la rapida ossidazione degli strati più superficiali con la pronta eliminazione dei prodotti nocivi di accumulo.

Circa la necessità di correzione della dannosa acidità non può sussistere dubbio alcuno.

La calce viva ed anche quella di defecazione degli zuccherifici ecc., trovano in questi comprensori appropriato ed utilissimo impiego; le somministrazioni è bene risultino frazionate e ciò sia per motivi tecnici che d'indole economica.

Quivi ancora appare conveniente sperimentare l'impiego delle fosforiti macinate in luogo delle scorie e dello stesso perfosfato minerale.

L'apporto di acque irrigue vive rende segnalati servigi, superiori a parità di considerazioni a quelli determinati dalle calcitazioni.

Ciò è dovuto alla natura delle acque stesse che non sono mai prive di un sensibile quantitativo di bicarbonati di calcio e di magnesio in soluzione e alla loro facilità di penetrazione nello strato torboso che imbevono uniformemente, permettendo così la più perfetta neutralizzazione dell'acidità minerale che viene originandosi.

Vaste zone di natura acida sono state nel nostro paese redente con l'irrigazione: dalle baragge e vaude piemontesi alle brughiere della Lombardia ed effetti consimili non sono mancati in alcuni comprensori di bonifica del Veneto che hanno sin dall'inizio potuto fruire di una conveniente dotazione idrica.

Le leguminose foraggere ed anche la medica che difficilmente attecchiscono nei primi anni e nei terreni di cui è parola, trovano al contrario pure nelle torbe notevolmente acide, con disponibilità irrigatorie, ambiente immediato di successo; quivi lo stesso ladino vi alligna e prospera come nelle ubertose campagne lombarde.

Per varie considerazioni tecniche si ritiene poi di dover sconsigliare l'uso del debbio o limitarlo comunque a casi del tutto speciali e a un debole strato superficiale.

Successivamente, in un secondo tempo, ad opera delle migliorate condizioni di terreno e di reazione, dell'attività microbica, d'apporto di stallatico e di concimi minerali ecc., le produzioni che possono raggiungere in detti terreni, anche in rapporto al sensibile grado di fertilità latente, sono invero notevolissime, specialmente quando vi abbia la possibilità d'integrare la dotazione idrica, e tali quindi da giustificare gli sforzi cho lo Stato e i singoli privati vanno sostenendo per le zone non ancora redente.

Questi territori costituiscono dunque indubbiamente futuri veri granai, ove la cerealicoltura alternantesi con le foraggere, con le piante di tipo industriale e con l'allevamento del bestiame, permetterà l'esercizio di una proficua agricoltura, legando nel contempo le forti popolazioni alla sana vita dei campi.

Terreni salsi. — Sono questi comunemente racchiusi, per quanto non manchino eccezioni, nei comprensori di più recente conquista idraulica, a spese di zone vallive, di più o meno ampi specchi di laguna morta o viva, di zone barenose o di relitti di delta fluviali, e comunemente addossati o prospicienti agli attuali lidi.

Il grado di salinità di detti terreni appare vario e vi hanno pertanto tutte le gamme a seconda delle condizioni iniziali d'ambiente e del tempo maggiore o minore trascorso a partire dal loro riscatto.

La salinità stessa è ancora pur sempre in funzione dell'andamento stagionale e delle precipitazioni meteoriche; notevolissime di conseguenza le differenze di composizione chimica che si possono riscontrare non solo a breve distanza di tempo ma ancora a diversa profondità nella falda liquida che imbeve il sottosuolo.

Anche per lo studio di tali zone s' impone quindi l'osservazione metodica e continuata.

La costituzione del terreno risulta assai varia; trattasi di materiali alluvionali o di sedimentazione marina e lagunare, ben di sovente ricchi di conchiglie di molluschi e spesso ancora commisti a depositi organogeni di natura sapropelitica (vere velme costituite dalle spoglie variamente humificate di piante ed animali marini), talvolta torbosi come nelle zone inizialmente barenose ed anche altrove, più raramente di tipo cuoroso.

E' stato in precedenza osservato come la salinità perduri in questi territori per un assai lungo periodo; può anche accennarsi come non manchino ritorni cospicui di salsedine in territori ormai ritenuti indenni, ritorni dovuti a fenomeni di capillarità e nei lunghi periodi siccitosi.

Non mi soffermo nell'illustrazione delle difficoltà e dei danni creati dall'eccesso del nefasto complesso salino; la stessa indicazione delle percentuali saline presenti, più o meno tollerabili dalle comuni piante coltivate, non assume poi in questi casi che valore relativo in quanto la concentrazione stessa, spesso altissima, è come si è veduto funzione stagionale assai variabile.

Maggior luce al riguardo fornisce invece l'esame dei diagrammi di salinità dei peli liquidi freatici, qualora questi commisurati a qualche ciclo annuo che permetta pertanto la rappresentazione media attendibile e le curve di punta massima e minima delle soluzioni circolanti e dei singoli componenti.

Posso ricordare che in alcuni comprensori barenoso-lagunari di recente prosciugamento, si sono riscontrati nelle falde immediate del sot-

tosuolo, tenori di salinità totale pari a 20 - 30 e persino 40 e più grammi per litro.

Vuolsi qui ora di proposito entrare un po' in dettaglio su alcuni punti forse meno noti che la moderna sperimentazione ha nettamente posto in evidenza e che vanno tenuti in considerazione poichè interessano grandemente la tecnica del risanamento e la pratica colturale.

Anche in questi comprensori vi ha generalmente presenza di composti piritosi — solfuro e disolfuro di ferro — ho avuto modo infatti di constatare in tali terreni e in vari casi, come nelle torbe, contenuti dell'1 e persino del 2 $^0/_0$ di pirite.

Pur qui possono quindi originarsi prodotti inorganici finali acidi con le conseguenze considerate a proposito dei terreni torbosi, specialmente quando il sottofondo sia sprovvisto di calcare. Comunque vi avrà tendenza a un sensibile intacco dell'eventuale materiale calcare.

Vi hanno ancora pertanto sensibili variazioni di composizione nelle acque del sottosuolo, aumenta infatti in esse il tenore in solfati e, tenuto conto dei fenomeni di lisciviazione, il rapporto tra cloruri e solfati, inizialmente elevato, riesce in seguito di tempo notevolmente abbassato ed anche invertito.

Si è veduto come i materiali costitutivi di tali comprensori risultino di varia origine e natura; gli elementi di tipo colloidale sono tuttavia per evidenti motivi e comunemente assai largamente rappresentati.

Il carattere di scarsa permeabilità che potrebbe a priori ovviamente attribuirsi a detti terreni, riesce ancora fortemente aggravato dalla presenza degli elettroliti salini, per fenomeni dipendenti dalle proprietà floculanti e dal potere di saturazione dei medesimi sulla massa colloidale.

Certo è che i terreni salsi sono privi di struttura particolare, scolano difficilmente o meglio non scolano quasi affatto, il che ostacola fortemente il loro dessalamento e la loro proficua messa a coltura.

Tale negativo carattere fondamentale non riesce attenuato che da una eventuale più cospicua presenza di elementi di tipo sabbioso, che fortunatamente però non manca in alcune zone del vasto complesso ambientale.

Si è prima accennato al potere di saturazione esercitato dagli elementi salini ed in particolare dal predominante cloruro di sodio sulla massa colloidale. Per tale processo si determina la formazione di un complesso absorzionale sodico, le cui dannose proprietà si manifestano in misura cospicua anche ad avanzato grado di dessalazione.

L'argilla sodica così originata conserva infatti di poi, anche allo stato di deflocuIazione il suo carattere d'impermeabilità e ciò è con probabilità attribuibile, oltre al fenomeno di dispersione colloidale, al rigonfiamento che i colloidi stessi subiscono per il grado d'idratazione dell'ione sodico absorbito.

Quando l'eccesso salino riesce in qualche modo e in processo di tempo allontanato, la soda di absorbimento passa per fenomeni idrolitici in soluzione ed il terreno può manifestare spiccata e nefasta reazione al-

calina. Tale alcalinità va sotto il nome di alcali nero ed è dovuta alla presenza del dannoso carbonato o bicarbonato sodico; sono in corso particolari indagini per stabilire nelle nostre situazioni ambientali quali possibilità massime vi abbiano di formazione di detti o altri ultimi composti più o meno nocivi.

Fatto rilevato dalle presenti ricerche in queste argille sodico-alcaline e che va posto in relazione con la loro reazione alcalina, è poi la relativa prontezza di migrazione in profondità dei colloidi organici.

Per questi ed altri motivi i terreni salsi ed alcalini qui esaminati presentano talune analogie con quelli di regioni più nordiche di recente conquista sul mare (Olanda, ecc.), nonchè con gli sterili terreni salati di origine continentale, in clima secco, denominati Solontschak, degradanti talvolta ai Solonetz di tipo alcalino per successive lisciviazioni e azione d'idrolisi del complesso argillo-sodico, particolarmente diffusi in altre contrade quali la Russia, l'Ungheria ecc.

Da tutto ciò appare comunque come i territori inizialmente e notevolmente salmastri risultino tra quelli di più difficile conquista agraria, ciò che d'altronde i bonificatori già purtroppo ben conoscono.

Se un'osservazione pertanto può farsi si è quella di andar cauti nell'includere nuove aree in comprensori di bonifica a spese di territori attualmente di carattere più o meno marino o lagunare, o quanto meno tale inclusione dovrebbe limitarsi a casi del tutto particolari, reclamati da superiori interessi d'ordine igienico o sociale e da riservarsi unicamente ad imprese bene attrezzate.

Passando a dire della tecnica pratica che allo stato attuale delle conoscenze può suggerirsi per affrettare la redenzione dei terreni sopra considerati già sotto bonifica od in corso di esecuzione, va osservato che pur quì il miglioramento non può essere che graduale e in dipendenza di un complesso di provvidenze e di pratiche ben ponderate.

Non ripeterò quindi quanto in precedenza considerato a proposito della necessità di adeguati provvedimenti idraulici e della sistemazione superficiale del terreno; deve però osservarsi come in tali casi la rete dei colatori e delle ultime scoline va infittita per creare situazioni di più facilitato smaltimento della falda salmastrosa.

Il dissodamento e le arature ripetute estive vanno gradualmente spinte a sensibili profondità, del tutto necessarie risultano poi le ripuntature sempre allo scopo di determinare nel terreno condizioni di maggior aereazione e permeabilità.

In via ancora principale interessa la trasformazione dell'argilla sodica in argilla calcica, con il che ne viene permessa l'utile floculazione ed assicurata al terreno la più confacente struttura glomerulare.

Il correttivo principe a tale riguardo è rappresentato dal solfato di calcio, il comune gesso, il cui uso s'impone tassativamente e va continuato per un sensibile periodo di tempo.

I perfosfati stessi, che come è noto contengono cospicue quantità di gesso, offrono benefici e sensibili risultati.

Le soluzioni di solfato di calcio agendo sul colloide sodico determinano lo scambio absorzionale dei due cationi sodio e calcio e la conseguente formazione del complesso colloidale calcico, con la separazione in fase liquida del solfato sodico assai meno dannoso, che viene allontanato con le acque di colatura.

Circa lo stretto rapporto che intercorre tra la natura degli ioni che saturano l'insieme dei colloidi e le proprietà fisico-chimiche dal terreno e il suo comportamento verso l'acqua, vi hanno estese ricerche compiute da scienziati stranieri; l'importante e non ancora del tutto chiarito argomento è oggetto pure di particolari indagini da parte di studiosi italiani.

Fra l'altro e con riguardo alla velocità di ascesa capillare dell'acqua in un terreno saturato con cationi differenti, sono assai importanti le recenti esperienze di O. Bottini del R. Istituto Superiore Agrario di Portici.

Risulta ad es. da queste indagini che in terreno saturato con sodio, l'ascesa capillare dell'acqua raggiungeva, dopo un periodo di ben 4 mesi, appena 1 cm. in altezza, nel mentre saliva nel terreno stesso ma differentemente saturato e cioè con ioni NH'_4, K', Mg'' e Ca'', rispettivamente a cm. 18.5, 25, 123.2, 133.2.

I dati riportati, che mettono in evidenza la nefasta azione del sodio nei riguardi di tale proprietà capillare e dei rapporti tra acqua e terreno, non hanno bisogno di commenti particolari tanto sono eloquenti e persuasivi.

Tra gli altri ammendamenti da consigliarsi nei terreni salmastrosi ed alcalini, oltrechè l'impiego di concimi fisiologicamente acidi, vanno ricordati i sovesci ed in genere le laute concimazioni organiche, ciò che fra l'altro viene da tempo lunghissimo applicato con successo dai valenti orticultori dell'estuario.

Nè può in ogni modo dimenticarsi, agli effetti del dessalamento e della utile correzione di questi terreni, l'impiego di acque irrigue dolci, le quali determinano anche maggiori possibilità colturali e vi assicurano un sufficiente iniziale attecchimento delle foraggere.

Qualora vi abbia disponibilità di dotazioni idriche l'addolcimento del terreno può pertanto facilitarsi a mezzo di periodiche temporanee sommersioni e pure attraverso la risaia; la vera pratica irrigua ha tuttavia qui ancora bisogno di una conveniente sperimentazione, che si va attuando, per stabilire i sistemi più rispondenti nelle particolari situazioni.

Sulla base delle osservazioni e dei rilievi sinora compiuti, può in ogni modo dirsi che i metodi per imbibizione laterale e di ristoro attraverso la rete dei coli, trovano in queste zone salmastre notevoli difficoltà d'applicazione, potendo inoltre dar luogo a sensibili inconvenienti in rapporto alle illustrate proprietà fisico-chimiche del terreno, alla sua impermeabilità e alla natura delle acque di fondo.

In vari comprensori viene predisponendosi l'irrigazione per scorrimento che oculatamente condotta lascia intravedere una maggiore opportunità d'impiego.

I vari punti qui trattati, per quanto succintamente esposti, stanno comunque a indicare la grande importanza del problema per la più rapida valorizzazione di questi nostri difficili comprensori.

L'argomento va tuttavia ripreso e sviluppato, il che successivamente sarà fatto col maggior corredo di dati sperimentali e di riferimenti tecnico-colturali.

DOMENICO FERUGLIO

Le correzioni dei terreni [1]

PREMESSA

Da millenni la tenacia della stirpe italica persegue la dura ma nobile fatica per la conquista e la redenzione agraria della madre terra; adorna d'infinite bellezze, ma nell'insieme caratterizzata da non grande feracità, da accentuazioni orografiche troppo rilevate ed estese, da vaste zone malsane ed infine da un clima di tipo semiarido specialmente estivo, cui non si sottraggono neppure le più beneficiate regioni dell'estremo arco alpino e del seno ligure-toscano.

Dagli antichi etruschi ai romani e di poi, attraverso lunghi periodi di soste e di riprese determinate dalle complesse vicende politiche e sociali, dal medio Evo cioè all'epoca del Risorgimento e all'Era attuale Fascista, che per volere del Duce ne sta potenziando e accelerando mirabilmente la fase definitiva, l'Italia ha scritto pagine brillantissime ed oltremodo istruttive su questo importante capitolo di storia del suo popolo in lotta secolare contro le difficoltà di suolo e l'irrompere di acque: dalle estreme pendici dell'Etna alle superbe terrazze della Liguria, dal piano Pontino alle bonifiche per colmata e ai margini lagunari della valle padana.

Nè deve pur ritenersi che le più pingui e fertili nostre zone pianeggianti, ammirate e invidiate anche d'oltr'Alpe, quali ad es. la classica Lombardia, la piana emiliana-romagnola ecc., abbiano richiesto nel corso dei secoli tenui sforzi per la loro trasformazione; trattasi in ogni caso di lungo lavoro, di costose opere di risanamento, sistemazione e miglioramento del substrato, di adduzioni irrigue, di ammendamenti od altro, di pratiche infine che anche se talvolta cadute in disuso, quali le calcitazioni o la gessatura del terreno, ebbero tuttavia larga risonanza pratica ed ora ritornano in pregio.

Poeti georgici e agronomi di altissima fama, oggi degnamente ricordati, hanno cantato in versi o scritto con somma perizia di tecnica ru-

---

[1] *Lezioni svolte al Corso Superiore di tecnica ed economia delle concimazioni.* - Roma, febbraio 1934 - XII.

rale, di quella tecnica che nei suoi principii essenziali costituisce anche attualmente alcuni cardini fondamentali di miglioramento e fertilizzazione del suolo; pur quindi intatti nell'incalzante odierno progresso scientifico che ha perfezionato e rivoluzionato vecchi e non rispondenti concetti.

Volendo pertanto dare una definizione basata su largo criterio di quanto possa intendersi per " *Correzione del terreno* „, dovremmo far rientrare in essa tutto il ricco bagaglio delle pratiche agronomiche che hanno comunque per scopo di eliminare i vizi e le deficienze del terreno stesso rendendolo più atto a sostenere le ordinarie coltivazioni; pratiche conseguentemente volte al miglioramento delle sue condizioni fisicochimiche e microbiologiche e alla più rispondente evoluzione pedogenetica. E a ciò concorre non solo l'uso appropriato di *ammendamenti e correttivi* considerati in stretto senso, o delle stesse concimazioni, ma bensì anche l'insieme delle norme tecniche esecutive che si compendiano nel complesso delle razionali lavorazioni, delle sistemazioni superficiali, dell'allontanamento delle acque in eccesso o di apporto di quelle vive per uso irriguo ecc., cui in parte assai cospicua e non di rado decisiva è legata la fertilità del terreno e per essa l'intensità della produzione vegetale.

La ristrettezza del tempo non consente certo di approfondire adeguatamente, in due brevi lezioni, i vari aspetti dell'importante argomento come dianzi prospettato; nella trattazione specifica, pur così limitata, un sensibile sviluppo sarà comunque dato a quanto ha particolare riferimento alla " *correzione del terreno* „ come oggi più propriamente intesa e cioè limitata alla pratica rivolta ad eliminare od attenuare la sua manifesta *acidità* od *alcalinità* a mezzo di opportuni *correttivi* e di norme *agronomiche* integranti, senza tuttavia omettere il dovuto cenno intorno alle cause interferenti e di correlazione che valgono a porre nella dovuta luce i complessi fenomeni che accompagnano il processo della pedogenesi e che vi determinano la " *reazione anomala* „, in rapporto alla natura litologica dei materiali costitutivi, all'azione spiegata dal clima e dai concorrenti fattori biologici ed antropici.

In questi ultimi decenni lo studio del terreno si è particolarmente giovato delle scoperte e dei metodi d'indagine della fisico-chimica in special modo applicati alle ricerche sulla *reazione del terreno* e alle conoscenze e comportamento del *complesso colloidale.*

La bibliografia sull'argomento si è immensamente arricchita ad opera di numerosi scienziati, cui pure il nostro Paese ha dato notevole contributo fattivo.

Sono ben note infatti le interessanti ricerche del prof. Pratolongo che sulla reazione dei terreni italiani ha fornito per primo ampie documentazioni, nonchè pregevolissime pubblicazioni di divulgazione intorno alla loro pratica correzione.

E vanno pure ricordati tanti altri egregi e ben noti studiosi, che fanno capo agli Istituti Superiori Agrari e alle Stazioni Agrarie, cui è

oggi commesso per iniziativa della Fondazione per la Sperimentazione Agraria il rilievo e lo studio chimico-agrario dei terreni italiani.

Ond'è che invitato a svolgere questa parte del corso riguardante la *correzione dei terreni* avrei forse dovuto rispondere: " Non nobis „....; senonchè la cortese chiamata, in uno al fatto di alcuni nuovi rilievi sperimentali da me compiuti in questi ultimi anni in varie zone a reazione anomala e sinora solo in parte resi noti, mi hanno indotto ad accettare l'impegno che cercherò di assolvere nel miglior modo consentitomi.

PARTE I.

Terreni acidi e cause di acidificazione del terreno.

Nella formazione di quello che comunemente viene chiamato terreno agrario o vegetale, sviluppato sia sulla roccia madre, autoctono o eluviale, sia su materiali di trasporto quale è il caso dei terreni alluvionali di pianura, il clima, inteso in senso lato e comprensivo pertanto anche dei fattori biologici, esplica come è ben noto azione notevolissima.

Ogni tipo di roccia o di sfatticcio meccanico di elementi rocciosi sotto l'influenza di differenti climi origina altrettanti diversi tipi di terreno; l'indirizzo evolutivo pedogenetico è quindi segnato dagli agenti climatici che, in rapporto alla durata maggiore o minore di tempo in cui esercitano la loro azione indisturbata, generano tipi e profili di terreno più o meno maturi o di degrado, con caratteri e composizione variamente e anche notevolmente diversi da quelli dei primitivi materiali da cui derivano.

Il clima determina pertanto un'azione livellatrice profonda, che tende man mano ad eliminare ogni influenza del substrato inalterato.

Nel nostro Paese, data la svariata e complessa struttura orografica fortemente ondulata di assai estese superfici, che ostacola la permanenza in posto del materiale di alterazione a motivo della notevole inclinazione delle pendici, con conseguente denudamento della roccia madre, ed ancora per l'origine relativamente recente delle formazioni di piano, lo sviluppo pedogenetico del terreno è tuttavia, nella gran parte dei casi, alquanto limitato e ristretto a un piuttosto debole strato superficiale; non di rado esso può anzi dirsi quasi ancora nullo.

Ne deriva che assai maggiori rapporti di costituzione e composizione chimica intercorrono da noi tra terreno vegetale e substrato non alterato, in quanto l'alterazione stessa non ne ha ancora profondamente modificato l'ossatura di base e molti degli elementi litologici primitivi possono di conseguenza dimorare tuttora intatti nello strato che particolarmente ci interessa.

Lo studio geolitologico d'insieme costituisce quindi pur sempre nelle nostre peculiari condizioni di clima e giacitura, la premessa indispensabile per l'ulteriore approfondimento dell'indagine pedologica.

Tuttavia non mancano anche in Italia *terreni* di origine piuttosto antica, da lungo tempo cioè rispettati dalle azioni di trasporto delle acque,

od ancora di più facile alterazione in rapporto alla loro originaria costituzione, i quali appaiono profondamente modificati dal complesso fattore ambientale e che raggiungono in profondità notevoli sviluppi di *profilo* con caratteristiche degne di studio e rilievo.

L'esame e la distribuzione dei terreni tipici italiani ha formato oggetto di altre lezioni del corso, nè vuolsi quì entrare in particolare merito sull'argomento, per quanto qualche interferenza appaia inevitabile; ai fini nostri basti comunque ricordare come i terreni più profondamente alterati sono generalmente situati ai vertici sopraelevati ed antichi dei ripiani diluviali o prequaternari che si appoggiano alla catena prealpina o alla serie appenninica, da lunghi millenni non più invasi dalle acque vaganti (terreni variamente ferrettizzati), od ancora sulle dorsali pianeggianti e sufficientemente estese di zone in rilievo, pur esse in parte salve dall'azione erosiva delle acque (terre giallo-rossastre e brune).

Generalmente può dirsi che l'alterazione meteorica favorisce in funzione di tempo i processi di acidificazione del terreno derivante, processi dai quali risultano invece indenni o quasi i substrati di più recente deposito come i bassopiani delle nostre maggiori valli e molti tra gli attuali relitti costieri, nonchè le zone denudate in pendio.

A tale regola non mancano certo eccezioni determinate da uno svariato complesso di cause, come d'altronde va osservato che altre cause particolari locali interferenti: giacitura, esposizione, porosità od impermeabilità del sottosuolo, vicinanza del mare, sommersione od emersione da acque dolci o salse, accumuli salini o di spoglie vegetali ecc. ecc., possono alla loro volta creare per più o meno estese zone condizioni speciali, dette anche aclimatiche, atte a limitare o favorire più o meno l'evoluzione pedologica ed i fenomeni di acidificazione od alcalinizzazione, cui spesso pure concorre in notevole misura l'opera dell'uomo.

Le rocce inalterate, di origine vulcanica o sedimentaria e pur se di costituzione assai complessa, presentano di regola reazione neutra od ancor più di tipo subalcalino; è ben noto poi che tra esse quelle carbonate alcalino-terrose (calcare, dolomia, ecc.) assumono esponenti assai elevati di alcalinità.

Il disfacimento meccanico ne facilita invece di poi il dilavamento ad opera delle acque carbonicate meteoriche che lisciviano le basi alcaline e quelle alcalino-terrose.

Il terreno ne rimane pertanto impoverito, nel mentre si arricchisce di ioni idrogeno in misura equivalente o di ioni di metalli ad esso sostituibili (ferro e alluminio), gli uni e gli altri capaci d'imprimere reazione acida al terreno stesso.

Varia è la resistenza opposta dai materiali rocciosi all'azione meteorica, essa si dimostra maggiore in quelli di origine vulcanica, tuttavia anche questi in processo di tempo finiscono per subire tale alterazione e vanno progressivamente acidificandosi.

Meno complesso appare il fenomeno nelle rocce tipicamente carbonate (di calcio e magnesio); quivi il calcare disciolto sotto forma di bi-

carbonato viene lisciviato, lasciando in posto lo scarso residuo dovuto alle impurità (residuo per se stesso ricco di silice, ferro, allumina, ecc.), che per ulteriore evoluzione ed ossidazione può originare la *terra rossa* e le varie forme a questa più o meno riferibili.

Effetti analoghi si verificano sui materiali di alluvione di egual origine calcarea e sebbene con meccanismo meno semplice anche in quelli variamente silicei; il prodotto finale è rappresentato in questi casi e nel nostro clima da un terreno ocraceo ricco d'idrati di ferro e di alluminio *(ferretto)*, nel mentre gli strati del sottosuolo vengono arricchendosi dei composti disciolti, bene spesso sotto forma d'incrostazioni caratteristiche denominate: ceppo, conglomerato, caranto ecc. (nei terreni calcari) e cappellaccio, tufo, tasso ecc. in quelli di natura silicea o vulcanica.

Conseguentemente anche il profilo originario del terreno viene modificandosi, gli strati superficiali appaiono decalcificati o comunque fortemente alterati e in fase progressiva e più o meno incipiente di acidificazione, nel mentre in profondità, per la rideposizione degli elementi alcalini o alcalino terrosi, il profilo segnerà orizzonti a reazione neutra od ancora variamente alcalina.

Qualora il clima sufficientemente umido permetta l'accumulo in superficie delle spoglie della vegetazione, l'alterazione e l'acidificazione procedono con ritmo più marcato, a un primo orizzonte brunastro per copia di sostanze organiche ne segue altro più povero e dilavato con asportazione anche dei composti di ferro e allumina; tale profilo assume allora reazione nettamente acida con aspetto quasi ceneroso dando luogo alla formazione *podsolica* o dei *podsol*, non molto frequentemente rilevabile da noi ma assai estesa nei climi dell'Europa centrale e settentrionale.

Quanto sopra, ripetesi, è il risultato manifesto sui terreni di più antica formazione *in posto* e quindi non ulteriormente rimaneggiati od abrasi; tutta una gamma intermedia, con presenza maggiore o minore di elementi primitivi inalterati o quasi, si riscontra invece nei terreni di più recente deposito, arricchiti e commisti a più freschi materiali, od ancora in quelli denudati nei quali assai meno marcato o nullo risulta il fenomeno dell'acidificazione.

La vegetazione spontanea, la flora microbica, la presenza di sostanze colloidali temponi ecc. accentuano o ritardano in varia misura il fenomeno stesso e ciò per diversi se non tutti evidenti motivi sui quali verrà fatto in appresso qualche riferimento di dettaglio.

Per le ragioni dianzi esposte, quali la non grande estensione che assumono in Italia i *terreni pedologicamente antichi* ed ancora per il preponderante sviluppo delle formazioni calcaree o calcareo dolomitiche, i terreni *acidi* (vaude, barragge, brughiere, ferretti tipici, arenarie profondamente alterate, terreni vulcanici dilavati, ecc.), pur accresciuti da altre aree di recente conquista a manto decisamente organico e torboso, non rappresentano fortunatamente che una frazione, se pur sensibile, del nostro territorio.

Un catasto preciso è in ogni modo in corso da parte dei nostri Istituti di sperimentazione.

L'attenzione va però richiamata anche in merito ad altre notevoli superfici che denotano ormai fenomeni decisi di *calciocarenza* nei riguardi delle piante coltivate e particolarmente delle leguminose foraggere; superfici sprovviste di calcare od in avanzato grado di decalcificazione, sebbene attualmente presentanti reazione all'incirca di tipo neutro. Sono quindi pur esse bisognose di utile correzione ai fini agricoli poichè la calciocarenza attuale rappresenta il primo decisivo passo verso l'acidificazione.

Sempre notevole è infatti la perdita annua che subisce il terreno in composti di calcio, dovuta all'azione solvente meteorica e all'asportazione fattane con le comuni colture, alcune delle quali assai esigenti nei riguardi del fabisogno dell'elemento calcio.

Ne è qui il caso di soffermarsi lungamente sulla funzione del calcio nel ruolo fisiologico delle piante per la formazione dei tessuti vegetali e per la stessa attività protoplasmatica, azione manifestamente benefica nei riguardi della produzione non solo quantitativa ma anche di carattere qualitativo.

E' noto infatti come varie piante cresciute in ambienti deficitari di calce diano luogo a scarsi rendimenti od anche a mancato attecchimento, od ancora a prodotti meno sapidi e serbevoli e comunque poveri di composti di calcio, il che non è senza dannose conseguenze sotto l'aspetto alimentare umano e del bestiame domestico.

Anni fa ho avuto modo di occuparmi di tale ultimo argomento in merito cioè alla deficienza di calcio e fosforo nei foraggi ricavati da terreni assai poveri di tali elementi e scarsamente concimati, che determinavano riflessi immediati e dannosi sulla taglia dei bovini, sulla loro conformazione e resistenza scheletrica (osteomalacia) e sugli stessi prodotti quali il latte, diminuendone il valore nutritivo.

La calciocarenza e più ancora la manifesta acidità del terreno hanno pure notevole riflesso sullo sviluppo della vegetazione.

Vi hanno cioè specie caratteristiche ben note, *ossifile*, anche di tipo utilitario, resistenti all'acidità del mezzo; quelle che in via principale soddisfano ai bisogni dell'uomo e degli animali esigono tuttavia di massima reazione che si aggira sulla neutralità, per non dire in genere delle leguminose foraggere che offrono i migliori risultati nei terreni alcalini almeno sino a un P_H 8.

Nè può farsi gran conto sulle varie possibilità naturali di difesa che le piante possono opporre rispettivamente all'acidità o all'alcalinità, in quanto se ciò pur verificabile torna a scapito della produzione e diminuisce nel contempo la resistenza a molte malattie parassitarie determinando anche evidenti anomalie fisiologiche.

Non per ultimo va notato come la utile flora microbica che presiede i fenomeni di nitrificazione del terreno od anche di accumulo sintetico di sostanze azotate quali ad es. gli Azotobacteri, non possa svilupparsi

adeguatamente in ambienti sensibilmente acidi e come pertanto il dinamismo vitale ed evolutivo del terreno ne risulti compromesso.

I terreni acidi, come d'altronde quelli alcalini, possono presentarsi nella più svariata forma di costituzione fisico-meccanica, dal terreno cioè grossolano ciottoloso a quello sabbioso, di medio impasto, argilloso tenace, di tipo prevalentemente minerale od anche, come vedremo, di natura organica e torbosa.

In linea di massima la maggiore grossolanità e porosità del terreno favorisce il dilavamento meteorico e quindi l'acidificazione, vi hanno tuttavia anche sensibili eccezioni.

Sempre vi si riscontra però il depauperamento degli ioni basici sostituiti da quelli dell'idrogeno o ferrici ed alluminici; la parte colloidale resta così priva o, come dicesi ancora, insaturata dei composti d'assorbimento dei più benefici ioni dei metalli alcalini od alcalino terrosi (K, NH_4, Ca, Mg) che determinano, all'opposto, il più rispondente complesso dei colloidi ai fini tecnico-agricoli.

L'azione antropica ha esercitato ed esercita tuttora, all'infuori delle vicende climatiche, effetti notevoli e bene spesso radicali.

Il diboscamento, la messa a coltura, la sistemazione e il risanamento, l'irrigazione, le pratiche colturali ecc. determinano un'impronta decisiva sul ciclo pedogenetico ed è per buona parte in potere dell'uomo il dominare con l'applicazione di norme razionali i fenomeni d'impoverimento e di acidificazione del terreno.

Speciale menzione meritano i terreni costituiti sui depositi vallivi, che hanno formato o formano ancora oggetto d'intensa attività bonificatrice, in passato portanto sottoposti a regime palustre.

Tale regime di sommersione, cui questi terreni hanno soggiaciuto per lunghi secoli, non determina di regola acidificazione del mezzo, essendo per l'ambiente asfittico così creato impediti i fenomeni di ossidazione da parte dell'ossigeno atmosferico; qui invece hanno dominato i processi di riduzione che come è noto portano a disacidificazione od alcalinizzazione del terreno.

Non torna inutile poi accennare come il concetto, ancora abbastanza diffuso, che cioè tutti i terreni umidi, sortumosi o palustri siano acidi non risponda ad alcun criterio tecnico ed alla realtà del fatti, potendosi riscontrare, e gli esempi non mancano, vaste aree paludose e fortemente organiche che marcano reazione neutra o nettamente alcalina, sia per le cause sopra indicate, sia ancora per la natura calcarea del sottofondo o delle acque che impaludano i terreni stessi.

Vi hanno tuttavia in questa categoria anche assai estese zone variamente od eminentemente acide in dipendenza della costituzione silicea primitiva del terreno e di altre numerose cause concomitanti, intorno alle quali ho compiuto un'estesa serie di ricerche sperimentali, dei cui risultati, in altra occasione illustrati, darò ora qualche breve cenno.

Riesce da queste dimostrato che l'acidità dei terreni torbosi viene esaltandosi a seguito delle opere stesse di bonifica e di risanamento, man

mano cioè che tolte le acque in eccesso gli strati superficiali subiscono la progressiva ossidazione.

Egli è che in detti terreni si trova non di rado ingenerata, a motivo di complessi fenomeni riduttivi, una sensibile copia, anche sino a 1 e 2 %₀, di composti piritosi (disolfuro di ferro) che, per processi ossidativi e biologici, a bonifica idraulica compiuta, danno luogo a formazione di numerosi composti intermedi di ossidazione dello zolfo (iposolfiti, tionati ecc.) ed infine a sali fortemente dissociati in soluzione acquosa (ferrosi ed alluminici), quali il solfato ferroso ecc., potendosi riscontrare talvolta, in deficienza di basi, la presenza dello stesso acido solforico libero, in uno a cospicui depositi di zolfo amorfo biancastro che di sovente tappezza il fondo delle scoline e dei colatori maggiori.

Le acque circolanti e di fondo vengono quindi arricchendosi di questi ed altri prodotti nocivi, tra i quali spesso rilevabile l'idrogeno solforato, lo stesso gas metano, in uno a composti ammoniacali e a sostanze umiche disciolte; esse sono dotate di forte potere riducente, assai spesso acide e risultano generalmente imbevibili dagli stessi animali.

Da questi fatti, che credo per primo di aver posto in evidenza e nel dovuto rilievo, riesce sfatata, almeno per un grande numero di casi, la comune credenza che l'acidità di detti terreni sia essenzialmente od esclusivamente di natura organica; questa in ogni modo non sembra poter raggiungere gli alti esponenti acidimetrici che quivi assai spesso si rinvengono (che salgono a un P_H pari a 5, 4 e persino 3) e non riuscirebbe pertanto di così notevole nuocimento alle coltivazioni ed allo sviluppo di rispondente flora microbica.

Appare invece dimostrato che tale elevata acidità è prevalentemente di natura inorganica e particolarmente dovuta ai composti di ossidazione dello zolfo.

Nei terreni silicei il fenomeno si aggrava con notevoli difficoltà di correzione; anche poi nel caso di sottosuoli, sui quali si adagia lo strato torboso, originariamente più o meno ricchi di calcare, si avrà un notevole intacco del materiale stesso e una corrispondente rapida decalcificazione.

Ho inoltre rilevato come il grado di acidità di questi terreni subisce cospicue variazioni stagionali corrispondenti ai periodi di più o meno intensa ossidazione o, all'opposto, di maggior dilavamento meteorico; da ciò il spesso lamentato mutevole comportamento della vegetazione che nei casi più accentuati di concentrazione idrogenionica è condannata a perire.

Lento, in mancanza di opportune correzioni, risulta il risanamento di tali terreni che si protrae di fatto per un lungo periodo e che ostacola il successo delle coltivazioni erbacee ed anche delle piantagioni legnose.

Terreni alcalini.

Si è in precedenza osservato come nell'ossatura dei due sistemi orografici alpino e appenninico, le rocce carbonate alcalino-terrose assumano una rilevante proporzione, sì da imprimere a vaste regioni il carattere fondamentale loro proprio, di originare cioè terreni di natura calcarea, ad *alcalinità costituzionale* assai elevata.

Il denudamento delle rocce madri ad opera dell'improvvido diboscamento e della mancata sistemazione fa sì che i materiali stessi di progressiva alterazione e decalcificazione non possono permanere in posto, di modo che continuamente si rinnovano e affiorano gli elementi litologici primitivi, sia pure temperati, nella svariata serie delle formazioni, da maggiore o minore presenza di materiali silicei ed argillosi come ad es. si verifica nelle argille plioceniche preappenniniche e in genere nei depositi marnosi-calcarei del periodo terziario.

Conseguentemente, l'enorme congerie dei materiali di erosione e di trasporto torrentizio e fluviale è venuta creando a valle i terreni di bassopiano, colmando insenature marine o lagunari e comunque impinguando con sempre freschi elementi la potente ed alternante pila dei sedimenti alluvionali.

Ciò da ragione del notevole contenuto in calcare di moltissimi terreni in pendio, poco o punto alterati e giacenti sulle formazioni dianzi accennate, nonchè di quelli di piuttosto recente alluvione di piano, beneficiati in passato da continui apporti di materiali ad opera delle non contenute acque.

E ciò pure spiega il perchè della natura sensibilmente od anche prevalentemente calcarea o calcareo-dolomitica dei relitti sabbiosi e dunosi della più gran parte delle nostre zone littorali costiere (versante adriatico, ligure, dell'alto Tirreno ecc.), rispecchianti pertanto largamente e zonalmente la natura litologica dei singoli bacini di provenienza.

L'alcalinità delle rocce carbonate e dei terreni derivanti è di origine *costitutiva,* essa pertanto si ripete immutata per assai lungo periodo, sino cioè alla dissoluzione completa del materiale calcare.

Il carbonato di calce nelle sue varie forme mineralogiche e la stessa dolomite imprimono alti gradi di alcalinità alle loro soluzioni acquose che, in assenza di anidride carbonica disciolta, raggiungono esponenti superiori a P_H 9.

Va considerato tuttavia che l'acqua circolante nel terreno assume non di rado una non trascurabile tensione di CO_2 per cui l'alcalinità anche riferita ai composti mineralogici puri appare praticamente alquanto attenuata, sebbene pur sempre nociva alle coltivazioni ed alla stessa flora microbica qualora superiore all'esponente 8.5.

Per ovvie ragioni l'alcalinità costitutiva del terreno è quella di più difficile correzione e vaste aree si dimostrano irriducibili o quasi a qualsiasi tentativo di messa a coltura.

Limitato è pure il numero delle specie arboree che quivi può trovare ricetto.

Il profilo di questi terreni rivela di regola un grado crescente di alcalinità a partire dall'alto verso lo strato profondo; ciò è dovuto generalmente all'accumulo in superficie dei prodotti residui insolubili del calcare, nel mentre le soluzioni dei bicarbonati permeano il sottosuolo incrostandolo degli elementi disciolti.

Altri composti sono capaci d'imprimere reazione alcalina al terreno, basti ricordare le basi alcaline delle rocce silicate ed effusive od intrusive che particolarmente in un primo tempo si oppongono alla sua acidificazione. E tale pure è l'azione manifesta dell'idrato ferroso o manganoso la di cui presenza è tuttavia legata al carattere riducente che i terreni talvolta assumono (sommersione, mancato scolo di acque, ecc.) ma che viene meno tosto che le cause stesse vengono a cessare.

Devesi però considerare un'altra forma di alcalinità che è quella di *assorbimento*, meno resistente ma tuttavia non sempre facilmente eliminabile a causa di particolare giacitura del terreno o di altre cause più o meno complesse e in ogni modo assai nefasta per le proprietà fisicochimiche che impartisce al terreno stesso.

Tale dannosa alcalinità è in special modo dovuta all'ione sodico che la massa colloidale viene assorbendo dalle soluzioni saline preesistenti (formazioni sedimentarie di origine marina non totalmente dessalate o comunque ben fornite di composti sodici), o risalienti per capillarità dal sottosuolo, od ancora accumulantisi per apporti da zone viciniori. Qualora il terreno sia di natura piuttosto tenace — e il fatto è aggravato dalla presenza degli stessi elettroliti salini — le acque superficiali non debitamente canalizzate ed allontanate e quindi ristagnanti, evaporando nella stagione secca danno luogo a dannose concentrazioni e comunque al fenomeno sopra ricordato di assorbimento sodico che imprime al complesso colloidale il grado massimo di rigonfiamento e dispersione, coi più perniciosi effetti sulle proprietà capillari del terreno che pertanto non si lascia più attraversare in alcun senso dall'acqua.

Tali proprietà permangono anche a successivo parziale o totale dilavamento salino per l'alcalinità idrolitica determinata dal sodio stesso assorbito che ripassa in soluzione sotto forma di carbonato e bicarbonato sodico (alcali nero).

Anche le sostanze umiche vengono disciolte dall'alcali e pertanto ne risulta impedito il benefico loro accumulo superficiale.

E' questa l'origine della soda nel terreno, anche in terreni non decisamente salsi dei quali noi ci occuperemo in appresso, le cui sinistre ripercussioni interessano specialmente notevoli zone dell'Appennino nonchè i terreni soggiacenti di piano.

Dobbiamo specialmente al prof. De Dominicis della Scuola di Portici le prime interessanti ricerche sull'importante argomento e per i terreni dell'Italia Meridionale, perseguite di poi anche dai suoi collaboratori.

Fenomeni consimili si verificano d'altronde anche in varie zone del-

l'Estuario veneto-padano sulle quali vado compiendo da tempo indagini sistematiche.

Motivo questo che suggerisce ancora come gli studi in parola, se pur trovano luce da saggi e ricerche su campioni isolati di terreni e di acque, devono per potersi generalizzare tendere all' indagine totalitaria delle condizioni fisico-ambientali e alle cause di correlazione, esaminate su convenienti estesi territori, da suffragarsi quindi con metodiche ricerche di campagna e di laboratorio che vanno condotte per un congruo periodo di tempo.

Anche l'alcalinità eccessiva, di costituzione o di absorzione, promuove varie anomalie fisiologiche in molte piante coltivate, ostacolando od impedendo ad es. l'assorbimento del ferro e dei fosfati. E' ben noto, quale causa derivante dall'alcalinità del mezzo, il fenomeno della clorosi delle viti innestate su certi porta innesti americani non adatti; pare inoltre dimostrato come alcune malattie dovute ad azioni parassitarie siano favorite dall'ambiente alcalino.

Comunque è stato ricordato che anche l'attività microbica riesce depressa in terreni notevolmente alcalini e come talune piante o non riescono affatto o vi forniscano assai scarse produzioni.

Anche nelle zone tipicamente alcaline vi ha tuttavia un certo numero di specie vegetali *(anossifile)* che vi possono prosperare; fra quelle che interessano l'agricoltura vanno citate la sulla e la lupinella e in grado minore la stessa medica ed altre leguminose; tra le legnose ad es. il Pino nero austriaco, la Tamarix, il carpino nero, l'olmo, la quercia ecc.

Terreni salsi.

Questi terreni rientrerebbero a stretto rigore nella categoria degli alcalini per alcalinità di assorbimento (dovuta specialmente alla soda), e di ciò è stato fatto precedente riferimento.

Tuttavia vi hanno zone nelle quali l'alcalinità di assorbimento è accompagnata da quella costitutiva ed ancora terreni ad un tempo organico-torbosi e salmastri, ove in un primo tempo possono anche prevalere i processi di acidificazione.

Da questo emerge pure come le denominazioni di *terreni torbosi* e di *terreni salsi* non rappresentino che espressioni generiche di un complesso svariatissimo di cause ed effetti che interessa sommamente indagare col dovuto dettaglio.

Per i motivi di cui sopra ed anche perchè nei terreni qui esaminati la concentrazione salina raggiunge spesso cifre assai elevate ho ritenuto farne cenno particolare.

I terreni notevolmente salmastri sono comunemente racchiusi, per quanto non manchino eccezioni, nei comprensori littoranei di più recente conquista idraulica, a spese di zone vallive, di più o meno ampi specchi

di lagune morte o vive, di zone barenose, di delta fluviali ecc., sommerse od imbevute da acque salse marine.

Il grado di salinità appare vario per quanto notevole e vi hanno quindi tutte le gamme a seconda delle condizioni iniziali d'ambiente e del tempo maggiore o minore trascorso a partire dal loro riscatto.

Va notato anche come la salinità stessa sia in stretto rapporto con l'andamento stagionale e con le precipitazioni atmosferiche, maggiore pertanto nei periodi asciutti durante i quali può determinarsi anche la risalita della salsedine dagli strati profondi, minore nella stagione piovosa; da ciò le differenze notevolissime di composizione chimica che si possono riscontrare non solo a breve distanza di tempo ma ancora a diversa profondità nella falda liquida che imbeve il sottosuolo.

Posso comunque ricordare come in alcuni comprensori barenoso-lagunari di recente prosciugamento, ho riscontrato nelle falde immediate del sottofondo tenori di salinità pari a 20-30 e persino a 40 e più grammi per litro.

Da tutto ciò appare evidente come i territori inizialmente tanto salmastri risultino tra quelli di più difficile conquista agraria e come convenga andar piuttosto cauti prima d'includerli in aree di comprensori di bonifica.

La costituzione di questi terreni risulta assai varia: trattasi di fini materiali alluvionali o di sedimentazione marina e lagunare, ben di sovente ricchi di conchiglie di molluschi e spesso ancora commisti a depositi organogeni di origine sapropelitica (velme costituite dalle spoglie variamente umificate di piante ed animali marini) e come si è detto anche talvolta di natura torbosa.

Anche qui vi ha non di rado presenza di composti piritosi — solfuro e disolfuro di ferro — i quali possono originare prodotti inorganici acidi finali per gli stessi processi e con le stesse conseguenze esaminate a proposito dei terreni torbosi e con notevole intacco dell'eventuale materiale calcare.

Si verificano pertanto anche sensibili variazioni di composizione nelle acque del sottosuolo, aumenta infatti in esse il tenore in solfati e, tenuto conto dei fenomeni di lisciviazione, il rapporto tra cloruri e solfati, inizialmente elevato, riesce in seguito di tempo notevolmente abbassato ed anche invertito.

In terreni di costituzione prevalentemente minerale e comunque in processo di tempo prevalgono però i fenomeni di alcalinizzazione, di dispersione colloidale, di solubilizzazione delle sostanze humiche e d'impermeabilità quasi assoluta dovuta al sodio assorbito, che ostacolano fortemente il dessalamento e la proficua messa a coltura.

Non ci ripeteremo quindi su quanto in precedenza osservato posto che l'andamento del fenomeno è del tutto analogo.

Ne può dimenticarsi come l'attecchimento delle comuni specie erbacee ed arboree utili trovi qui le maggiori difficoltà e come altre, variamente resistenti alla salinità del mezzo e alle altre cause concomitanti, assumano il comportamento tipicamente xerofilo.

Definizione, espressione e determinazione dell'acidità e dell'alcalinità del terreno.

I brevi cenni seguenti hanno in certo modo per scopo di richiamare le nozioni essenziali su ciò che modernamente s'intende per reazione *del terreno* o del " *mezzo* „ nel quale le piante attingono l'acqua e gli elementi necessari al loro sviluppo.

La reazione stessa è in dipendenza della concentrazione degli ioni idrogeno (H) e degli ioni ossidrilici (OH) presenti allo stato dissociato nelle soluzioni acquose circolanti nel terreno (grado di acidità o di alcalinità).

L'ione H dissociato impartisce il carattere acido, l'ione OH quello alcalino.

Tale grado di acidità e di alcalinità è dovuto quindi alla *fase liquida* del terreno e rappresenta l'acidità o l'alcalinità in atto che è quella che comunemente viene determinata saggiando direttamente la soluzione circolante od estraendo il terreno con acqua distillata in adatte condizioni.

La chimica agraria indaga tuttavia anche l'acidità e l'alcalinità complessiva che somma la precedente a quella latente, legata cioè agli ioni H e OH meno prontamente e facilmente dissociabili, od agli elementi ad essi sostituibili.

A sua volta l'acidità latente può riferirsi a composti stechiometricamente acidi, al complesso dei colloidi inorganici ed organici ed ancora ai composti d'assorbimento; l'alcalinità latente è di origine costitutiva, colloidale e d'assorbimento.

A determinare fasi di acidità od alcalinità nel terreno concorrono pure gli stessi prodotti dell'attività biochimica, quali le secrezioni acide delle radici e dei processi di riduzione, ammonizzazione, nitrificazione ecc. dovuti all'azione dei microrganismi.

Le condizioni del clima, l'andamento stagionale, le concimazioni e gli ammendamenti, nonchè le pratiche agronomiche e colturali in genere manifestano ancora al riguardo variazioni più o meno vistose.

I composti d'assorbimento colloidale che cedono alle soluzioni ioni idrogeno, ferrici od alluminici, conferiscono al terreno reazione acida, l'inverso avviene per i composti che cedono ioni ossidrilici, sodici o potassici.

I carbonati terroso-alcalini (di Ca e Mg) impartiscono nel loro prodotto di soluzione e idrolisi netta e talvolta assai elevata reazione alcalina.

I silicati basici, per profonda idrolisi e per accumulo dei prodotti di lisciviazione possono ingenerare reazione alcalina, il successivo depauperamento delle basi induce acidificazione.

La presenza in sensibile copia di sostanza organica determina acidificazione del terreno qualora manchino composti atti alla saturazione; si è veduto tuttavia come tale acidità più difficilmente si dimostri per se stessa veramente dannosa e come invece gli alti esponenti forniti non di rado da questi terreni debbano attribuirsi ad altre cause e pure ai mede-

simi prodotti inorganici derivanti dalla demolizione della molecola della sostanza organica.

I processi di riduzione che si originano nel terreno in deficienza di ossigeno o per presenza di acque più o meno stagnanti, involgono spesso disacidificazione del mezzo; le lavorazioni determinano generalmente ossidazioni e a seconda dei casi acidificazione o disacidificazione.

L'entità talvolta cospicua dei fenomeni sopra ricordati e di altri ancora, è fortunatamente spesso attutita *dall'azione di cuscinetto* o di *tampone,* manifestata da alcuni componenti normali del terreno, che ostacolano le conseguenti escursioni del grado di concentrazione idrogenionica.

E' nota al riguardo la funzione dei carbonati terroso alcalini; i colloidi organici e inorganici dimostrano pure azione tampone regolatrice assai decisa poichè capaci di assorbire ioni H e OH o i metalli a questi riferibili, che poi non cedono che per lenta idrolisi od azione di doppio scambio in presenza di soluzioni saline diluite.

Ovvio appare anche come una maggior varietà litologica costitutiva del terreno offra condizioni migliori di regolazione del grado di acidità od alcalinità in confronto a substrati risultanti da uno o pochi tipi fondamentali di roccia.

La presenza di elettroliti forti o di soluzioni saline piuttosto concentrate, serve a contenere il grado di acidità e di alcalinità in limiti più ristretti.

L'azione si manifesta più particolarmente sui composti d'assorbimento, contribuendo a mantenere allo stato coagulato od absorzionale gli ioni capaci d'imprimere al terreno la reazione di tipo acido od alcalino.

L'effetto utile conseguibile dall'uso di appropriati concimi, fisiologicamente acidi od alcalini e di opportuni ammendamenti, va frequentemente posto in relazione con quanto sopra enunciato.

Il letame, come pure i sovesci e i colloidi organici in genere, manifestano al riguardo azione notevolissima; essa appare assai netta ed efficace tanto nel caso di terreni ad elevato grado di acidità che di alcalinità.

Notevole è l'attività fisiologica determinata dagli ioni H e OH dissociati, in rapporto alle forti escursioni di concentrazione idrogenionica che possono presentare le soluzioni circolanti del terreno; conseguentemente assai importanti appaiono le dipendenze tra possibilità e prosperità di vegetazione e grado di acidità, come pure in confronto ai processi microbici che ne sono grandemente influenzati come è stato fatto per dianzi cenno.

Nei riguardi dell'espressione di misura del grado di acidità e tenuta in primo luogo presente la legge sui fenomeni di dissociazione elettrolitica delle soluzioni acquose diluite, la quale stabilisce che la concentrazione degli ioni H è inversamente proporzionale alla concentrazione degli ossidrili OH, se ne deduce che il prodotto delle due concentrazioni rappresenta una costante comune per tutte le soluzioni diluite e variabile solo con la temperatura. A 18^0 tale costante è espressa dal valore (H) $\times$ (OH) $= 10^{-14,14}$.

Le due concentrazioni H e OH si equivalgono nel caso dell'acqua pura e si avrà quindi H $= 10^{-7,7}$; OH $= 10^{-7,7}$.

In altre parole nell'acqua pura la concentrazione degli ioni idrogeno dissociati (grado di acidità) non raggiunge che un *decimilionesimo di grammo di ioni idrogeno per litro* e una uguale concentrazione di ioni *ossidrilici* pure per litro.

L'acqua è pertanto una soluzione un decimilionesimo normale, acida ed alcalina.

Per gradi di un milionesimo, un centimillesimo, decimillesimo normale di acidità od alcalinità corrispondono rispettivamente le concentrazioni di H e OH, espresse in grammi ioni per litro,

di 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}

Dato il rapporto di correlazione della costante sopra indicata e poichè, ad esempio, a una concentrazione di ioni idrogeno pari a 10^{-9} corrisponde la concentrazione di ioni OH $= 10^{-5}$, torna possibile rappresentare su un'unica scala acidimetrica il vario grado di acidità ed alcalinità delle soluzioni, in funzione cioè della sola concentrazione di ioni idrogeno.

Per semplicità di espressione ai valori di concentrazione si sostituiscono gli esponenti logaritmici 5, 6, 7, 8, 9 ecc. spogliati ancora dal segno negativo, e posti accanto all'indice o simbolo P_H o pH.

Secondo le notazioni del Wherry che ha proposto di rapportare l'acidità e l'alcalinità a quella dell'acqua pura (acidità e alcalinità relativa), si ha che gradi di acidità di 6, 5, 4, indicano concentrazioni di idrogenioni di 10, 100, 1000 volte superiori a quella dell'acqua pura ($P_H = 7$) e, rispettivamente gradi di acidità P_H di 8, 9, 10 rappresentano concentrazioni idrogenioniche di dieci, cento, mille volte inferiori a quelle dell'acqua pura.

La determinazione del grado di acidità attuale viene ora comunemente eseguita o con metodi fisici (potenziometro) o per via colorimetrica; sui dettagli di esecuzione non torna qui possibile soffermarsi.

Di regola le sospensioni e le soluzioni del terreno da servire per la determinazione del grado di acidità vengono preparate con acqua distillata privata al massimo della CO^2; il grado così rilevato rispecchia per evidenti motivi di fatto e con ogni sufficiente realtà i rapporti che intercorrono tra terreno e comportamento della vegetazione.

Da alcuni, e per i terreni acidi, viene tuttavia usata di preferenza una soluzione salina diluita di KCl ($\frac{n}{10}$) la quale, per i fenomeni di doppio scambio che determina il potassio con gli ioni H, Fe, Al, dei composti d'assorbimento del terreno, offre gradi di acidità sensibilmente maggiori di quelli forniti dall'acqua distillata.

Anche con tale variante non si giunge tuttavia alla determinazione *dell'acidità complessiva* del terreno, sulla cui espressione ritorneremo tra breve.

I terreni che presentano gradi di concentrazione idrogenionica che poco si scostano da quello dell'acqua pura vengono definiti come *neutri*; per gradi di concentrazione maggiori o minori avremo terreni *subacidi*, *acidi* e *peracidi* e rispettivamente *subalcalini*, *alcalini* e *peralcalini*. Al riguardo sono stati proposti vari tipi di classificazione.

PARTE II.

Pratica della correzione dei terreni.

E' stato in precedenza posto in rilievo come i moderni metodi della fisico-chimica applicati allo studio del terreno in uno alle indagini d'indole biologica, abbiano permesso di approfondire notevolmente le conoscenze dianzi possedute; giova ripetere come essi rappresentino importanza capitale anche per quanto ha riguardo alla pratica correzione dei terreni a *reazione anomala* o comunque viziati per difetti costitutivi od acquisiti.

Dalle conoscenze stesse possono poi trarsi ancora altre opportune ed assai utili norme di carattere generale agronomico che completano il quadro di quello che si è definito costituire l'insieme della razionale tecnica volta al miglioramento fisico-chimico del terreno e delle sue attitudini colturali.

Di quella e di queste, pur nella ristrettezza di tempo, diamo ora i necessari cenni di dettaglio.

Correttivi e ammendamenti.

Limitato ancora oggi e per ovvie ragioni, è il numero delle sostanze più propriamente indicate come correttive del terreno ed anche nel campo delle pratiche ammendatrici, quanto già usato sin da tempi antichi non trova sostanziali innovazioni (debbio, sommersione alternata, irrigazione, apporto di sostanza organica, ecc.).

Appare invece profondamente modificata la tecnica d'applicazione delle une e delle altre in rapporto alle assai più precise nozioni intorno alla costituzione ed evoluzione del terreno e alla sua reazione, bene spesso in stretta dipendenza con le proprietà del complesso colloidale.

Per quanto gli studi procedano incessanti, che il progresso non si arresta, torna tuttavia attualmente possibile illuminare con ampio criterio i fenomeni sopraricordati sì da consentire, in gran numero di casi, norme ormai saggiate dall'indagine e dalla pratica e pertanto rispondenti e probative.

L'opera dei tecnici propagandisti varrà sicuramente poi a togliere definitivamente vecchi pregiudizi ed erronei concetti, che non deve acca-

dere ad esempio, come non di rado si verifica, di vedere applicato l'uso del gesso per correggere terreni acidi o l'impiego della calce ove evidente appare la reazione alcalina costitutiva, od altre pratiche ancora inutili e dannose.

Per l'indirizzo della correzione del terreno, a parte i dati che può fornire l'analisi dei suoi componenti immediati, sorregge in primo luogo la conoscenza del grado di acidità o dell'esponente acidimetrico della sua soluzione acquosa. Esso ci indica già se il terreno è acido, neutro od alcalino e se quindi avrà bisogno o meno di correzione.

Questo tuttavia non ci illumina sufficientemente sulla reale pratica quantità di un determinato correttivo necessaria a neutralizzare il terreno stesso o comunque a ridurne l'acidità o l'alcalinità entro limiti convenienti.

Ciò in dipendenza del *potere cuscinetto tampone* del terreno e quindi della capacità *elettrochimica*, variabile come è ben noto, senza quindi correlazione costante, a seconda della intima costituzione dei singoli terreni (presenza maggiore o minore di colloidi, loro natura — inorganici e organici, grado di saturazione ecc.).

In altre parole terreni con uguale grado di acidità, ma di diversa costituzione, possono richiedere quantità differenti dello stesso correttivo per poter offrire un altro determinato ugual grado di acidità.

Poichè dunque l'espressione del grado di acidità come comunemente determinata non è atta a rappresentarci il bisogno effettivo di correzione, devesi approfondire l'indagine con altri metodi appropriati.

Soccorre a ciò la determinazione *dell'acidità complessiva* o come dicesi della " *copia* „ di ioni idrogeno presenti e sostituibili in un dato terreno.

Essa si valuta come *bisogno in calce* del terreno ma può ancora e meglio esprimersi in funzione della *curva di saturazione alcalina* e cioè dei singoli diversi quantitativi di calce necessari a portare gradualmente l'esponente acidimetrico verso il punto della neutralità (P_H 7) ed ancora della saturazione completa dell'acidità latente.

Si è veduto come tali quantitativi indici della curva di saturazione non sono uguali per tutti i terreni; da ciò la necessità d'indagine per ciascun terreno o per tipi pedologici uniformi.

Analogamente intendesi per *alcalinità complessiva*, che assomma tutte le funzioni alcaline del terreno, opportunemente titolabili con soluzioni acide di concentrazione nota od ancora riportate alla *curva di saturazione acida.*

A tali scopi di valutazione servono tanto i *metodi chimici* che quelli *elettrometrici*, questi ultimi hanno però il vantaggio della speditezza e di permettere pertanto con poche rapide determinazioni il tracciamento delle curve di saturazione che riescono poi di assai utile guida.

I dati così ricavati in via teorico-sperimentale e pur esatti, riferiti in quintali di correttivi per ettaro per il determinato spessore di terreno che praticamente interessa, e per rapportare l'acidità complessiva a un

conveniente grado prestabilito di saturazione, non corrispondono tuttavia a quelli dell'osservazione nel campo pratico.

Ciò perchè anche i correttivi subiscono di fatto dilavamenti e lisciviazioni negli strati profondi, venendo così a interessare uno spessore maggiore di terreno, di modo che per questo ed altri motivi come quello di difficoltato uniforme spargimento, le quantità calcolate risultano insufficienti allo scopo desiderato.

Si sono svolte pertanto le indagini a ricercare, sperimentalmente, appositi fattori di aumento che permettano di supplire a tale insufficienza; detti fattori oscillano per i terreni acidi e secondo vari sperimentatori tra 1.5 e 3; il che vuol dire che in questi casi ad es. la dose di calce praticamente da somministrare risulterebbe anche doppia o tripla di quella indicata dalle stesse curve di saturazione.

La sperimentazione diretta colturale, affiancata da quella di laboratorio, viene in ogni modo dimostrando che non è necessario giungere alla saturazione completa del complesso colloidale per ottenere produzioni anche assai elevate e ciò sia nel caso di terreni prevalentemente minerali che organici.

Praticamente interessa quindi conoscere quale percentuale dei colloidi necessita saturare per la miglior rispondenza agronomica. Ciò per dar norme più estese ed applicabili a larghe superfici presentanti sensibili analogie.

Recenti esperienze del prof. Tommasi su terreni humici, che per raggiungere il grado di saturazione totale avrebbero richiesto quantitativi di calce tanto elevati da risultare in pratica del tutto proibitivi, stabiliscono ad esempio che al punto neutro le basi assorbite raggiungono appena il 30 % rispetto alle basi assorbibili a un P_H 11. Il grado di saturazione che si confà alle colture è quivi molto più basso di quello necessario per i terreni ricchi di colloidi minerali (nei quali sembra aggirarsi intorno al 55 e 70 % della saturazione completa fatta rispettivamente a un P_H di 11 e di 8.5), ottenendosi anche con un grado di saturazione del solo 20 % vegetazione rigogliosa e alte produzioni.

L'importante argomento va ancora certamente approfondito nelle svariate nostre condizioni di terreno e pure in rapporto alla natura delle basi del complesso colloidale, il che ha grande influenza sulla vegetazione e sulle condizioni fisiche del terreno.

In proposito e su tipici terreni del Veneto ho in corso particolari e dettagliate ricerche.

Appare indubbio che le indagini dei varii studiosi porteranno maggior luce, con notevole derivante vantaggio della tecnica colturale.

Correttivi dei terreni acidi.

L'elemento essenziale e più conveniente allo scopo è fornito dal calcio generalmente impiegato sotto forma di ossido, CaO, o di ossido idrato Ca $(OH)_2$; servono meno bene le calci provenienti da calcari dolomitici ricchi di magnesio.

In ogni modo le calci offerte dal commercio vanno sempre valutate in base al loro reale contenuto in ossido di calcio; va tenuto anche conto che le varie impurità presenti incidono sul prezzo di trasporto.

Nel terreno la calce completa eventualmente la sua idratazione trasformandosi di poi in carbonato ad effetto della CO_2 presente ed iniziando nelle fasi suddette e coi lavori d'incorporamento la fissazione al terreno stesso e la conseguente azione neutralizzante e di saturazione.

Appare superfluo insistere sulle modalità di spargimento a tutti note, spargimento che deve comunque riuscire il più omogeneo possibile ed evitare nei singoli punti difetti od eccessi, questi ultimi riuscendo particolarmente dannosi data la causticità del prodotto anche nei riguardi della flora microbica.

Circa i quantitativi utili da impiegarsi, criteri d'indirizzo vengono come si è detto forniti dai laboratori in base all'esame del terreno e al determinato bisogno di calce espresso in ossido di calcio per 1000 parti di terreno, nonchè a norme di carattere più generale che potranno dettarsi. Per le varie considerazioni addotte in precedenza e pure per motivi d'indole economica, ne scaturisce però in certo modo il consiglio di frazionare in più riprese la quantità complessiva indicata, il che permette d'altronde di seguirne i graduali effetti e la rispondenza colturale.

Anche poi nel caso di acidità rinnovantesi per formazione di composti ferrosi ed alluminici, come considerato in precedenza per alcuni terreni, la somministrazione frazionata appare consigliabile.

Dal punto di vista fisico notevoli sono i vantaggi che apportano le calcitazioni. Lo stato di dispersione colloidale e di conseguente compattezza e impermeabilita riesce assai ridotto e migliorato; l'argilla flocula e per la struttura glomerulare assunta riescono facilitate le lavorazioni nonchè esaltata la capacità per l'acqua e la stessa attività microbica.

Con la migliorata confacente reazione e con l'arricchimento del terreno dell'utile elemento calcio, appare anche possibile in breve ciclo di tempo assicurare l'attecchimento delle specie vegetali più esigenti al riguardo e particolarmente della medica e di altre leguminose da foraggio cui in terreni acidi è negata la prosperità.

Fra gli altri materiali cui può utilmente ricorrersi per correggere l'acidità vanno ricordati il carbonato di calce (calcare macinato), i calcari marnosi e la stessa calce di defecazione dei zuccherifici.

L'azione dei materiali stessi è certamente inferiore sotto ogni riguardo a quella spiegata dall'ossido di calcio, e ciò a parte le impurezze e le

materie inerti in questi contenute, assai elevate specie nei materiali marnosi (circa 20 a 70 %).

Lo stesso carbonato di calcio puro ha azione correttiva di poco superiore alla metà di quello dell'ossido di calcio.

Tali motivi e il fatto dell'assai costoso trasporto a sensibili distanze, limita o rende spesso proibitivo l'uso di dette sostanze.

Ma in condizioni più favorevoli o qualora i materiali stessi possano ricavarsi in posto, il loro impiego ne risulta vantaggioso e opportuno.

Non torna ora fuor di luogo il segnalare come i correttivi calcari e la calce stessa non permettano di ripristinare la fertilità dei terreni acidi, fortemente lisciviati e impoveriti degli elementi potassio,. magnesio, fosforo e talvolta dello stesso ferro, cui solo può sottrarsi in parte l'azoto organico delle spoglie vegetali eventualmente accumulate.

Tali terreni richiedono pertanto corrispondenti laute concimazioni e ciò ad impedire che i risultati delle calcitazioni si traducano in insuccesso.

Tra le pratiche correttive di questi terreni va inoltre posta in primo piano quella riguardante l'irrigazione, che assomma la duplice funzione di rifornimento idrico ad incremento della produzione e di efficace e non di rado decisiva azione correttiva dell'acidità.

Ciò è dovuto alla natura delle acque stesse che non sono mai prive di un sensibile quantitativo di bicarbonati di calcio e di magnesio e alla loro relativa facilità di penetrazione, assai elevata nei terreni organici e torbosi, nel substrato terroso che imbevono uniformemente facilitando in tal modo la sua neutralizzazione.

Evidentemente le acque più indicate allo scopo sono quelle a durezza temporanea notevole, per la maggior copia di bicarbonati alcalino-terrosi presenti; un semplice computo in base alla loro composizione e alle singole dotazioni fluide disponibili permette di valutare i quantitativi di calce e magnesio che vengono per tal modo introdotti nel terreno; quantitativi che da alcuni quintali possono raggiungere le ben maggiori cifre di 10 o più quintali per anno e per ettaro.

Vaste zone di natura acida sono state nel nostro paese redente con l'irrigazione; dalla baragge e vaude piemontesi alle brughiere della Lombardia ed effetti consimili non sono mancati in alcuni comprensori di recente bonifica del Veneto che hanno potuto fruire sin dall'inizio di una conveniente dotazione idrica.

Le leguminose e la medica hanno trovato anche nelle torbe fortemente acide, con disponibilità irrigatorie, ambiente immediato di successo, quivi pure lo stesso ladino vi alligna e prospera come nelle ubertose campagne lombarde.

Non mi soffermo a lungo sulla pratica del *debbio,* cui non possono tuttavia negarsi benefici effetti per la disacidificazione del terreno, ma attualmente limitato, almeno nella classica forma, od anche del tutto escluso per motivi economici di applicazione.

Anche nei terreni di bonifica, organico-torbosi, si ritiene poi doverlo sconsigliare per molteplici inconvenienti cui dà luogo (perdita di utile

franco di coltivazione, distruzione di un materiale organico ed azotato che costituirebbe successivamente una sorgente preziosa di fertilità ecc.).

Tutto al più esso va limitato a casi del tutto specialissimi, di terreno cioè a notevole spessore organico, fortemente acidi od ancora rivestiti da speciale feltro di assai difficile decomposizione quale quello ad es. fornito da alcune tipiche specie palustri — Carex coespitosa, ecc.

Pure in tali casi conviene interessare un debole strato superficiale, riuscendo facilmente a ciò nei comprensori ad esaurimento meccanico col tenere alto il livello freatico in modo da impedire la combustione di un maggior strato sottostante.

Un qualche sensibile contributo concorrente al miglioramento dei terreni acidi è concesso ancora apportare mediante l'uso appropriato di concimi alcalini e fisiologicamente alcalini.

Non può qui certo trattarsi di una vera correzione, modesta essendo la dose d'impiego di tali concimi pure nei casi di concimazione intensiva e conseguentemente minore quella del principio utile correttivo contenuto; tuttavia si avrà sempre una certa azione regolatrice favorevole.

Le sostanze concimanti che all'uopo possono raccomandarsi sono il salino potassico dei zuccherifici (con circa il 40 % di K_2CO_3), le ceneri di legna in genere, la calciocianamide e le scorie di defosforazione le quali ultime tuttavia non appaiono oggi economicamente convenienti e possono sostituirsi coi perfosfati — che risultano fisiologicamente alcalini — od ancora, particolarmente nei terreni dotati di elevata acidità, con le fosforiti finamente macinate.

Altri concimi fisiologidamente alcalini sono rappresentati dai nitrati di calcio e di sodio e in minor misura per ovvie ragioni dal nitrato ammonico.

Correttivi dei terreri alcalini e salini.

A questo proposito vanno anzitutto tenute distinte le due categorie di terreni in precedenza esaminate e cioè: terreni alcalini per alcalinità costitutiva e terreni alcalini per alcalinità d'assorbimento.

I primi più che alle basi eventualmente presenti dei composti silicati che non ingenerano quasi mai gradi di alcalinità elevati e passibili di correzione, devono invece il loro vizio ai costituenti carbonati — di calcio e magnesio — la di cui alcalinità si rinnova immutata; per tale motivo essi sono di difficile e talvolta anche impossibile correzione.

Un contenuto anche sensibilmente elevato di calcare nel terreno, qualora non disgiunto da un certo corrispondente suo potere di cuscinetto non determina di regola alcalinità notevole, di modo che non si oltrepassa o di poco l'esponente P_H 8, entro i cui limiti può prosperare la massima parte delle piante coltivate.

Qualora invece venga a mancare questo potere tampone e la per-

centuale di calcare risulti elevata, l'alcalinità può raggiungere e superare l'esponente P_H 9.

Tali esponenti massimi sembrano quivi maggiormente possibili, come risulterebbe da alcune mie ricerche, per il fatto dell' impedito accumulo di sostanze organiche (scarsissima vi è la flora spontanea o limitata a poche resistenti specie), nonchè delle funzioni microbiche; trattasi in definitiva di terreni eminentemente minerali privi di vita e di quel dinamismo biochimico che è anche fonte incessante di sviluppo di CO_2 nell'atmosfera confinata del terreno. La minor tensione di acido carbonico nelle soluzioni circolanti determina quindi, per le ragioni note, i gradi più elevati di alcalinità di cui sono passibili le rocce carbonate stesse.

La correzione di tali terreni offre difficoltà spesso non sormontabili che attraverso metodico e ingente apporto di sostanze organiche: letamazioni e sovesci di piante e di abbondanti e rispondenti concimazioni minerali. I correttivi quali il solfato ferroso e lo zolfo non consentono di regola vantaggioso impiego economico.

In queste più disagiate condizioni, cui concorre talvolta la grande permeabilità del substrato, in assenza pure di dotazioni idriche, miglior partito è quello di destinare i terreni stessi al pascolo e al prato naturale, cui non devonsi tuttavia negare i miglioramenti e le utili pratiche di concimazione, od ancora di provvedere al rimboschimento con adatte essenze. Tutto ciò concorre infatti a determinare in processo di tempo la formazione di una certa copertura organica, vantaggiosa per l'evoluzione pedogenetica e ai fini di ulteriori più consone trasformazioni.

I terreni che riflettono la loro alcalinità da composti d'assorbimento (cui tuttavia non di rado si somma anche una certa alcalinità costitutiva — argille plioceniche e terziarie dell'Appennino od altre analoghe —), raggiungono meno frequentemente gradi del tutto perniciosi di alcalinità; comunque sia e anche se le condizioni ne permettono il rinnovarsi, essa si dimostra di più facile eliminazione a mezzo di opportuni correttivi e di pratiche integranti.

L'elemento nefasto che occorre eliminare e che aggrava anche i vizi fisici del terreno, è qui dato dal sodio; interessa pertanto in via principale la trasformazione dell'argilla sodica in argilla calcica, con il che ne viene permessa l'utile sua floculazione ed assicurata al terreno la più confacente struttura lacunare.

Il correttivo più rispondente a tale riguardo è rappresentato dal solfato di calcio, il comune gesso, nelle sue due forme idrata o di anidrite.

Il meccanismo d'azione del gesso si rivela non solo sui composti labili d'assorbimento con lo scambio del catione calcio su quello sodico, ma bensì anche sui prodotti d'idrolisi — carbonato e bicarbonato sodico oltremodo dannosi —, dando luogo nell'uno e nell'altro caso alla formazione del solubile solfato sodico, neutro, che viene allontanato con le acque di colatura.



$$Na_2\,CO_3 + CaSO_4 = Na_2SO_4 + CaCO_3$$

La quantità di gesso occorrente per la correzione appare ovviamente assai variabile nei singoli casi e può salire in funzione del complesso colloidale d'assorbimento anche ad alcune decine di quintali per ettaro. In rapporto a quanto prima esposto può convenire o rendersi necessario l'uso graduale e continuato per un sensibile periodo di tempo.

I perfosfati stessi, che come è noto contengono cospicue quantità di gesso, offrono risultati notevolmente benefici.

L'impiego di concimi fisiologicamente acidi quali il solfato ammonico e il solfato di potassio concorrono pure sebbene in modesta misura allo scopo.

Notevole azione determinano inoltre le letamazioni e i sovesci per l'azione di cuscinetto dei colloidi organici.

I terreni di questa categoria dimostrano bene spesso anche un sensibile residuo salino complessivo solubile; vi ha pertanto una gamma che trapassa a terreni salmastrosi o a terreni fortemente salsi, questi ultimi particolarmente rappresentati nelle zone estreme a mare dei bassopiani vallivi.

Si è accennato alle difficoltà che accompagnano la redenzione agraria dei terreni notevolmente salsi, (difficoltà assai maggiori di quelle offerte da formazioni analoghe di paesi nordici, Olanda ecc.), dovute inizialmente al noto maggior contenuto salino delle nostre acque marine che imbevono tali relitti littoranei e, in prosieguo di tempo, al clima più secco che ostacola il dessalamento e favorisce nel contempo l'accumulo e la risalita della salsedine dagli strati profondi.

Va anche ricordato come man mano che il terreno si dessala viene pur qui manifestandosi la tipica reazione alcalina d'assorbimento, per cui la correzione consone appare analoga a quella dianzi considerata.

Agli effetti del dessalamento e della utile correzione non va in ogni modo dimenticata la possibilità d'impiego di acque irrigue.

Invero i terreni alcalini per alcalinità d'assorbimento e i terreni salsi in genere dimostrano impermeabilità elevatissima e quindi non si dimostrerebbero molto atti a ricevere i benefici dell'irrigazione; tuttavia il loro progressivo addolcimento e correzione può raggiungersi con opportune norme: o a mezzo di periodiche sommersioni o attraverso la risaia e pure col sistema irriguo a scorrimento.

A proposito d'impermeabilità va comunque osservato che essa deve intendersi in senso relativo e va specificata per ogni determinato tipo di terreno in rapporto alla composizione dell'acqua usata.

In altre parole non tutte le acque determinano effetti uguali sullo stesso terreno, che vi hanno casi nei quali le acque accentuano fortemente la permeabilità ed altri ancora in cui l'effetto è nullo od anche decisamente contrario.

Nelle condizioni di cui trattiamo si rendono particolarmente utili le acque provviste di sensibili quantità di solfato di calcio, la cui azione si rapporta quindi a quella spiegata con la gessatura del terreno e che può riuscire anche maggiore per la più uniforme distribuzione del composto stesso nello strato permeato.

Tali acque non fanno difetto in varie zone del nostro paese; è dato in ogni modo supplire alla loro eventuale deficienza di composizione utile mediante incorporamento preventivo e periodico nel terreno di rispondente quantità di gesso.

L'azione correttiva viene quindi a sommarsi con quella del lisciviamento dell'eccesso e dannoso complesso salino.

Problemi correlativi.

A completare la presente trattazione in merito ai correttivi e alle correzioni dei terreni rimarrebbe il dire intorno a quei particolari provvedimenti e a quelle pratiche agronomiche, bene spesso d'importanza preminente e comunque concorrenti in modo cospicuo al miglioramento fisico-chimico del terreno stesso e allo sviluppo dell'utile flora microbica. Brevità e convenienza di tempo non ne consentono però che un cenno fugace atto più che altro a porre in semplice rilievo alcuni rapporti di dipendenza tra tali pratiche e vizio di reazione.

L'allusione è rivolta in primo luogo al problema dello scolo delle acque, troppo di sovente assai trascurato, che interessa non solo nuovi e vecchi comprensori di bonifica ma bensì anche diverse estese superfici più o meno appoderate e alle cui deficienze in merito vanno comunemente attribuiti i difetti essenziali acquisiti od acquisibili dal terreno e le conseguenti scarse produzioni raggiungibili.

Il problema stesso non costituisce certamente una novità, ma può sempre dirsi all'ordine del giorno, posto che riesce in buon numero di casi di non facile soluzione richiedendosi all'uopo e non di rado opere di carattere generale e di sensibile dispendio economico.

Agronomi e studiosi convengono su tali necessità, deve anzi dirsi che la moderna sperimentazione ha non poco contribuito a lumeggiare i sinistri effetti di correlatività che intercedono tra queste insufficienze.

L'argomento è di grande importanza, esso riguarda infatti tanto le regioni settentrionali che il Mezzogiorno del nostro paese, sia pure con aspetti particolari da luogo a luogo ma sempre tuttavia di notevole interesse.

Il prof. Tommasi ha fra l'altro posto in luce come nei casi di scarso drenaggio il potenziale di ossiriduzione (rH) dei terreni stessi riesca abbassato, con sensibili influenti conseguenze sulla vegetazione.

Le deficienti o mancate possibilità di scolo e i ristagni che non concedono di sovente la sollecita evacuazione delle acque, oltremodo dannosi in regioni a copia più cospicua di precipitazioni, riescono di fatto altrettanto deprecati e deprecabili in clima estivo più secco, ove all'eccedenza invernale di acqua che disintegra, rigonfia e disperde la massa colloidale, succede l'arida stagione che ne spacca la compagine solida e ne permette l'accumulo alcalino e sodico-salino, costituendo un nefasto e concatenato

insieme; i lamentati insufficienti *franchi di vegetazione* di cui non riescono indenni anche parecchi comprensori di bonifica per sollevamento; le scoscese pendici che il *rittochino* aggrava impinguando il piano con la congerie alluvionale di più o meno fini elementi ma aumentandone il disagio idraulico, stanno a dimostrare per vaste superfici la verità dell'asserto che affatica non meno gli agricoltori che gli studiosi sperimentatori.

A tale insieme di fatti di carattere più generale è strettamente collegato l'altro problema della sistemazione superficiale delle zone pianeggianti e dei rilievi collinari in ispecie, che interessa la più minuta situazione aziendale, cui si connettono pure assai rilevanti problemi pedologici e di produzione.

Altro punto importante riguarda la lavorazione del suolo, che comunque stimo debba intaccare in certo notevole modo anche il substrato. Tale problema forma oggi oggetto di ricerca intensiva e fervono le discussioni intorno a questo o quel nuovo sistema. Sono d'avviso che tutto ciò debba essere esaminato con occhio sereno e privo di preconcetti; provare e riprovare, poichè non è neppure detto che certi punti a prima vista contrastanti, non presentino — e ciò non sembri un paradosso — anche aspetti di alcune concordanti correlazioni.

Sottaccio infine a quanto ha riguardo all'irrigazione, della quale, limitandomi ai riferimenti fatti in precedenza, va nuovamente posta in notevolissimo rilievo ed evidenza la grande importanza agli effetti della utile correzione del terreno.

Orbene, nessuno di questi ed altri essenziali problemi agrari è sfuggito o sfugge alla vigile premura del Governo Fascista che ha promosso, promuove, aiuta e sorregge con mezzi poderosi ogni iniziativa rivolta comunque al riscatto della madre terra e delle popolazioni.

A tale azione di sana audacia, fattiva e sicura, che sotto la guida del Duce il Regime persegue per forgiare gl'immancabili destini della Nazione, studiosi, tecnici e propagandisti agrari daranno certamente ancora e sempre ogni loro massimo contributo.

D. Feruglio

Presenza del Saccarosio nel Saccharum Ravennae Murr.

I. - Generalità.

Il Saccharum Ravennae Murr., Canna di Ravenna, pianta molto diffusa in Italia, si rinviene numerosa nelle zone circumlagunari del Veneto con prevalenza in quelle sabbiose, nonchè lungo il corso inferiore dei fiumi che ivi sfociano.

La pianta ha l'aspetto cespuglioso e ornamentale per le lunghe foglie lineari che si incurvano verso il suolo, fra le quali si sollevano, fino a oltre 2 metri d'altezza, diritti, i fusti sottili ed elastici terminanti in pennacchi morbidi per l'abbondante pelosità sericea.

Il FIORI ne dà la seguente descrizione botanica, che corrisponde esattamente alla pianta da noi studiata.

" Fusti robusti (1-2 metri), glabri ai nodi, largamente cespugliosi. Foglie radicali e cauline lunghissime, tenaci, lineari-canalicolate, con nervatura bianca, seghettate. Pannocchia a forma di pennacchio bianco-sericeo, per l'abbondante pelosità che riveste i suoi rami e che cinge le spighette; oblunga (30-60 cm.), ampia, a rami patenti. Glume acuminate, bidenticolate all'apice; più o meno villose sul dorso, raramente nude ". Si rinviene nei " luoghi sabbiosi umidi, specialmente marittimi, della penisola, in Istria, in Sicilia, nelle Eolie e nella Corsica. Fiorisce da agosto a ottobre ".

Localmente, mentre i pescatori e i contadini utilizzano le canne per la copertura di capanne e ricoveri, i tecnici la consigliano vantaggiosamente per il consolidamento delle dune.

Secondo una regola molto osservata in natura gli organismi che appartengono ad una stessa famiglia hanno in comune, generalmente, alcune sostanze caratteristiche: tipico il caso degli alcaloidi, ove una stessa base si rinviene di regola entro la ristretta cerchia di una stessa famiglia e raramente in altri gruppi botanici.

Ricorderemo ancora che perfino insetti dannosi, microrganismi patogeni e talvolta anche virosi trovano il loro habitat in piante molto vicine nella scala sistematica; il che trova giustificazione nella identità

di componenti chimici che ne costituiscono, diremo così, il substrato necessario per l'attacco patologico.

In base a ciò apparve giustificato l'osservare se anche nel Saccharum Ravennae veniva rispettata la legge sopraccennata, nel senso cioè di constatare se in essa fosse presente o predominante il saccarosio, che è lo zucchero tipico del principale rappresentante del genere Saccharum, il S. officinarum, la canna da zucchero.

Va premesso che non erano a nostra conoscenza ricerche particolari del genere eccettuata quella compiuta dal WINTER sul S. spontaneum (1) delle zone tropicali.

L'indagine fu indirizzata anzitutto alla ricerca dei vari zuccheri nei diversi periodi di sviluppo della pianta; poi alla identificazione del saccarosio.

Le piante furono prelevate presso la foce del F. Tagliamento.

II. - Parte sperimentale.

La ricerca interessò solamente i fusti della pianta essendo essi i principali organi di accumulo degli zuccheri. Allo scopo si prelevarono i campioni in tre tempi: all'inizio del loro sviluppo, alla fioritura ed a maturazione completa.

Dopo alcune prove di orientamento i prelevamenti dei campioni furono fatti nei seguenti periodi:

1° - 16 luglio 1934, prima della emissione della pannocchia (2).
2° - 18 settembre 1934, alla fioritura.
3° - 23 novembre 1934, a maturazione avanzata.

Gli steli, recisi alla base e privati delle foglie e della pannocchia, furono rapidamente trasportati in laboratorio e sollecitamente trinciati; dal campione reso uniforme furono prelevati gr. 100 per la determinazione dell'umidità a 100° C. e delle ceneri.

Contemporaneamente se ne pesarono Kg. due per le ricerche sugli zuccheri. Il metodo impiegato fu il seguente comune a tutte le analisi del genere, con qualche particolare accorgimento per ottenere risultati esatti.

I due chilogrammi di steli tagliati vennero messi in pallone di vetro e ricoperti con alcool etilico a circa 90 gradi; allo scopo di neutralizzare

---

(1) Cfr. WEHMER C., Die Pflanzenstoffe. Jena 1911, pag. 41.

(2) E' bene avvertire che nell'annata 1934, poco favorevole specialmente per condizioni meteorologiche allo sviluppo normale del Saccharum, le varie epoche fisiologiche furono notevolmente ritardate.

l'acidità organica, che avrebbe potuto idrolizzare i polisaccaridi, si aggiunsero anche alcuni grammi di carbonato di calcio in polvere. Dopo un'ora di ebollizione con refrigerante a ricadere, si filtrò il liquido alcoolico e si torchiò il materiale imbevuto di alcool; rimesso il materiale spremuto nel pallone con altrettanto alcool e sottoposto nuovamente ad ebollizione di un'ora, alla successiva filtrazione ed alla torchiatura, si aggiunse il nuovo liquido a quello precedentemente ottenuto e se ne iniziò l'evaporazione a bagnomaria e a pressione ridotta.

Prima e durante l'operazione si sorvegliò la reazione del liquido, che venne mantenuta neutra durante tutto il tempo.

Il liquido, ridotto di volume, venne defecato con acetato basico di piombo; per eliminare l'eccesso di piombo si trattò poi con una soluzione concentrata di carbonato sodico e con pochi cm^3 di acido solforico 1 : 3 ([1]). Fatto questo si filtrò e si portò a volume.

A questo punto, onde evitare eventuali formazioni di muffe, si dimostrò utile aggiungere al liquido alcune goccie di toluolo.

Operando allora su porzioni aliquote, vennero determinati, col metodo di Fehling ponderale, gli zuccheri riduttori; e successivamente, previa inversione con HCl a bagnomaria bollente, gli zuccheri invertiti. La differenza fra i due valori ottenuti, moltiplicata per il coefficiente 0,95 venne indicata come saccarosio.

Per meglio stabilire l'esistenza del saccarosio, si pensò di isolarlo, allo scopo di ottenerlo puro cristallizzato, permettendosene così la identificazione cristallografica e infine la conferma polarimetrica. A tal uopo si applicò il metodo Schultze.

Operammo, cioè, nel seguente modo. Ad una forte porzione del liquido precedentemente defecato e liberato dal piombo, si aggiunse altrettanto alcool a 90° e si portò all'ebollizione in un grosso pallone con refrigerante a ricadere; intanto si preparò a parte una soluzione concentrata bollente di idrato di stronzio in quantità circa tripla del presumibile contenuto in zucchero del liquido in esame e si gettò nel pallone; dopo una ebollizione di 30 minuti, si filtrò il tutto a caldo e si lavò 2 volte con acqua bollente contenente un po' di stronziana.

Spremuto il filtro e distaccatone il precipitato, si pose questo nuovamente a bollire per mezz'ora con soluzione concentrata di stronziana nel solito pallone con refrigerante a ricadere.

Filtrato per la seconda volta a caldo e spremuto il filtro fra fogli di carta assorbente, si sospese il precipitato in parecchia acqua e vi si fece gorgogliare anidride carbonica. Quando la reazione, inizialmente alcalina, cominciò a tendere al neutro, si scaldò

([1]) Per l'allontanamento totale del piombo si è dimostrato efficace l'aggiunta dell'H_2SO_4 alla soluzione già contenente Na_2CO_3; man mano che le goccie dell'acido toccavano il liquido si notava la precipitazione bianca del solfato di piombo e la contemporanea effervescenza dovuta all'acido carbonico legato al sodio, sostituito dall'anione SO''_4; in tal modo, avendo cura di non eccedere con l'aggiunta dell'acido solforico, impedendo una dannosa reazione acida, si ottiene una veloce e totale precipitazione del Pb a cui difficilmente si arriva con le soluzioni concentrate di carbonato e di solfato sodico.

il tutto fino all'ebollizione, allo scopo di fare disciogliere l'idrato di stronzio, eventualmente cristallizzato sul fondo del recipiente in seguito al raffreddamento, per permettere, con un successivo gorgogliamento, alla CO_2 di salificarlo completamente. Appena la reazione tornò neutra, si filtrò e si ridusse il liquido a circa 100 cc., operando a pressione ridotta; successivamente si portò a sciroppo su bagnomaria. Riprendendo infine a più riprese e per più volte con alcool a 95° bollente e filtrando, si potè ottenere, per lenta evaporazione dell'alcool, il saccarosio cristallizzato.

Ricristallizzato ripetutamente dall'alcool, se ne pesarono esattamente 5 gr. che si portarono con acqua distillata al volume di 250 cc. (soluzione al 2 %). Indi si sottoposero all'osservazione polarimetrica.

Prelevamento e data	Umidità %	Ceneri %	Zuccheri riduttori % sulla		Zuccheri dopo l'inversione % sulla		Saccarosio % sulla	
			sost. fresca	sost. secca	sost. fresca	sost. secca	sost. fresca	sost. secca
1° - 16/7/1935	75.530	0.731	0.820	3.350	1.400	5.720	0.551	2.252
2° - 18/9/1934	59.880	1.123	0.575	1.433	1.896	4.626	1.255	3.128
3° - 23/11/1934	53.420	1.858	0.137	0.295	0.454	0.974	0.302	0.649

Potere rotatorio trovato $\left[\alpha\right]_D^{20} + 66,1$

Potere rotatorio specifico del saccarosio $\left[\alpha\right]_D^{20} + 66,5$

Le cifre surriportate, oltre a confermare la prevista presenza del saccarosio, permettono di fare alcune considerazioni che concordano con quanto viene ammesso dalla biochimica.

Intanto si può subito osservare che, analogamente a quanto avviene durante il periodo vegetativo delle piante, l'umidità dei tessuti diminuisce mentre le ceneri crescono man mano che si procede nello sviluppo, sino a raggiungere i valori estremi (rispettivamente minimo e massimo) a fruttificazione avvenuta.

Per la parte che concerne gli zuccheri riportiamo per maggior chiarezza, i due diagrammi seguenti:

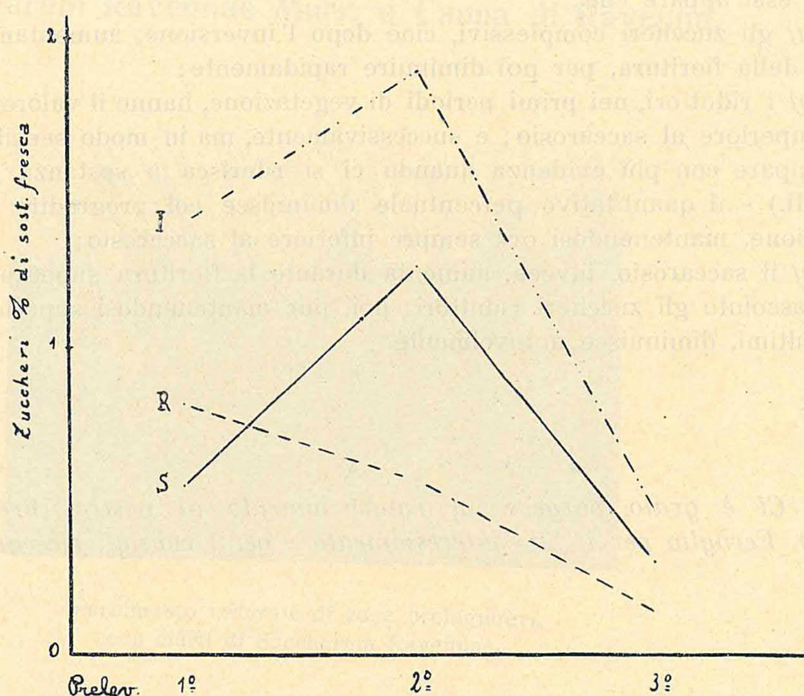


Diagramma I. — I. - Zuccheri totali dopo inversione — R. - Zuccheri riduttori — S. - Saccarosio.

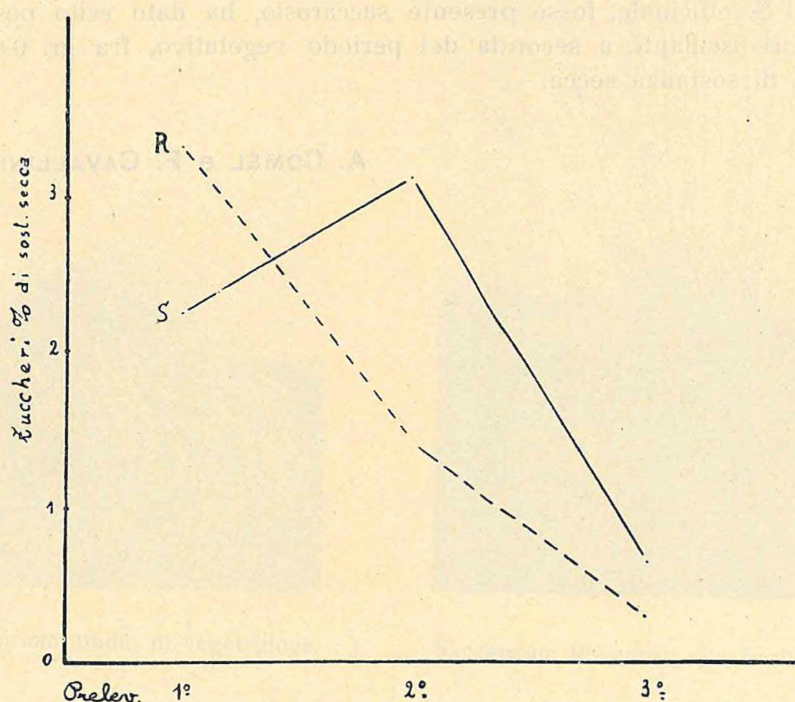


Diagramma II. — R. - Zuccheri riduttori — S. - Saccarosio.

Da essi appare che:

a) gli zuccheri complessivi, cioè dopo l'inversione, aumentano all'epoca della fioritura, per poi diminuire rapidamente;

b) i riduttori, nei primi periodi di vegetazione, hanno il valore massimo, superiore al saccarosio; e successivamente, ma in modo sensibile – come appare con più evidenza quando ci si riferisca a sostanza secca (diagr. II.) - il quantitativo percentuale diminuisce col progredire della vegetazione, mantenendosi ora sempre inferiore al saccarosio;

c) il saccarosio, invece, aumenta durante la fioritura, superando in valore assoluto gli zuccheri riduttori; poi, pur mantenendosi superiore a questi ultimi, diminuisce notevolmente.

Ci è grato porgere un ringraziamento al nostro Direttore Prof. D. Feruglio per il Suo interessamento e per i consigli ricevuti.

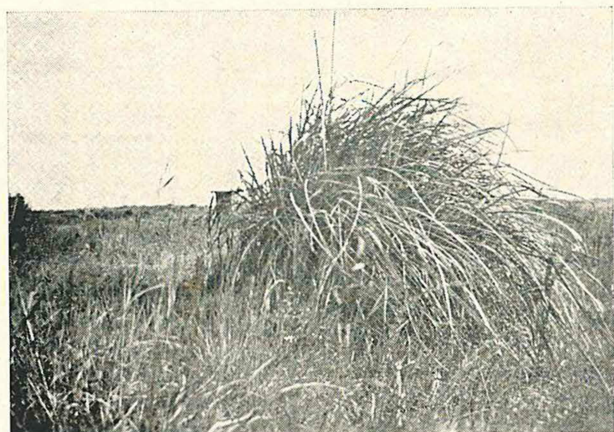
Riassunto. - La ricerca se nel Saccharum Ravennae Murr., specie affine al S. officinale, fosse presente saccarosio, ha dato esito positivo, con valori oscillanti, a seconda del periodo vegetativo, fra gr. 0.649 e 3,128 $^0/_0$ di sostanza secca.

A. COMEL e F. CAVALLINI

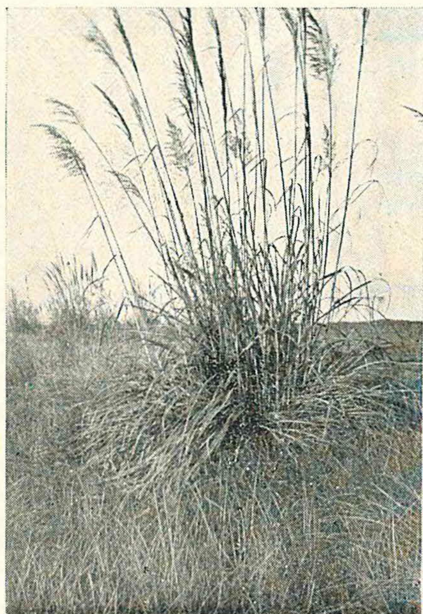
Saccharum Ravennae Murr. o Canna di Ravenna.



Inerbimento naturale di zone prelagunari, con ciuffi di Saccharum Ravennae.

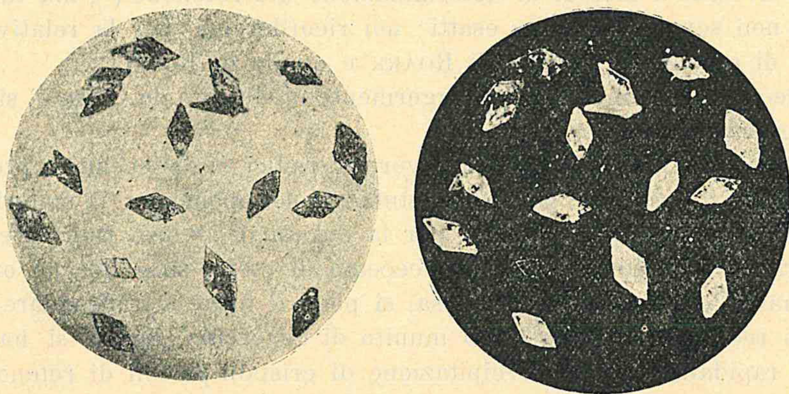


Saccharum Ravennae al primo stadio di vegetazione.



Saccharum Ravennae alla fioritura.

toluolo, nel cloroformio; non molto nel tetracloruro di carbonio (1); con quest'ultimo, col cloroformio e con la benzina in soluzione concentrata forma, per riposo ed a bassa temperatura, un composto di addizione che si deposita sotto forma di cristalli.



Rotenone cristallizzato in etere, (ingr. 60 ×) in campo chiaro e oscuro
Microfotografia originale.

Le polveri contenenti il rotenone distribuite in strati sottili e le loro soluzioni incolore presentano il grave difetto di essere facilmente alterate dalla luce solare in composti di ossidazione di colore giallo, poco attivi come insetticidi; la luce diffusa non nuoce però alla loro conservazione. Per eliminare il lamentato inconveniente, si è cercato di preparare alcuni derivati maggiormente stabili, ma sino ad oggi il solo diidrorotenone sembrerebbe presentare i requisiti richiesti.

Nelle piante contenenti il rotenone, accanto ad esso si trovano altre sostanze tossiche simili, tra le quali la «Deguelina» (isomera del primo), la «Tefrosina» ed il «Tossicarolo» (ambedue isomeri, dalla formula bruta C_{23} H_{22} O_7) (2).

L'azione del rotenone, a seguito di esperienze compiute su insetti, risulterebbe 10 volte più tossica della deguelina, 40 volte più della tefrosina e 400 volte più del tossicarolo; è perciò in base al percento in rotenone che viene fissato il valore insetticida e commerciale dei prodotti che lo contengono, trascurando gli altri costituenti.

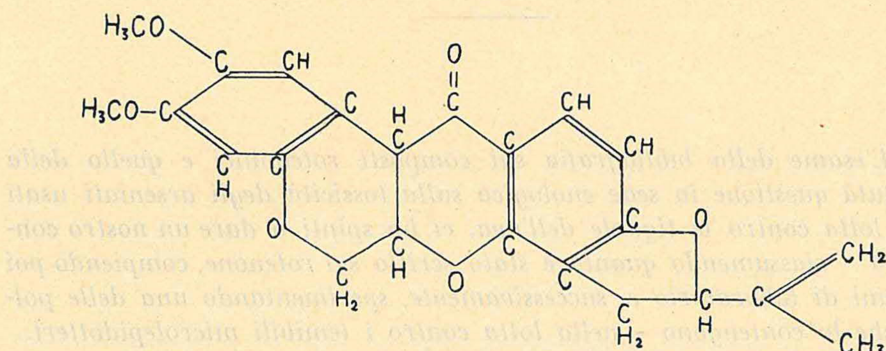
Per l'uso come insetticida vengono impiegate direttamente le parti di piante contenenti rotenone, previamente ridotte in fine polvere; oppure

(1) Jones e Smith - I. Am. Chem. Soc. 52, pag. 255 (1930).

(2) Clark e Keenan isolarono da radici di Derris la diidrodeguelina ed il diidrotossicarolo poco velenosi - I. Am. Chem. Soc. 55, pag. 422 (1933). Da poco tempo si parla anche del «Sumatrolo» isolato da Cahn e Boam nelle *Derris* del tipo «Sumatra», composto isomero della tefrosina e del tossicarolo, e che fonde a 189° C.

Già nel 1902 KAZAO NAGAI aveva isolato dalla *Derris chinensis* la «Tubotossina» designandola col nome di «Rotenone» (1); nel 1906 TAKEO ISHIKAWA l'ottenne dalle radici di *Derris elliptica* e successivamente studiarono il prodotto SANKICHI TAKEI, LA FORGE, HALLER, SMITH, CLARK e BUTENANDT.

Dalla formula bruta $C_{23} H_{22} O_6$, in base a molteplici considerazioni, LA FORGE, HALLER e SMITH sono risaliti alla seguente formula (2) costituzionale che comprende 5 nuclei, di cui 2 benzolici, 1 piranico, 1 pironico ed 1 idrofuranico.



Tra le diverse proprietà chimiche che il rotenone presenta ricorderemo quella relativa all' influenza della potassa alcoolica che determina una colorazione rosso rubino e lo trasforma in prodotti catramosi contenenti l'acido tubaico ($C_{12} H_{12} O_4$), attivo alla luce polarizzata.

Abbiamo potuto constatare in nostre ricerche, tendenti ad isolare il rotenone per studiarne alcune proprietà chimiche e fisiche, che questa reazione è notevolmente accelerata dal riscaldamento a bagno-maria.

La sostanza pura si presenta sotto forma di cristalli incolori, trasparenti, molto rifrangenti, che possono coesistere in due forme enantiomorfe; le microfotografie annesse, eseguite su materiale da noi estratto col metodo ROARK, da polvere di radici di *Derris elliptica* proveniente dalle Indie olandesi, mostrano questi cristalli ingranditi circa 60 diametri.

Il punto di fusione del rotenone è 163° C.; a 20° C. ha un peso specifico di 2,27; è fortemente levogiro (— 233°); nell'acqua è pressochè insolubile (1 : 1.000.000) e si scioglie poco negli alcool alifatici inferiori.

Il rotenone si scioglie nell'acetone, nell'etere, nel tricloroetano, nel

---

(1) Da «Roh-ten», nome della pianta in giapponese.

(2) LA FORGE, HALLER e SMITH - I. Am. Chem. Soc. 52 (1930) e Chem. Reviews, 12, pag. 181 (1933) – BUTENANDT, Diss. Gottingen (1928) — TAKEI, MIYAJIMA e ONO - Mem. Coll. Agr. Kyoto Imp. Univ. Chem. Series 13-17 (1932-34).

completamente dal cloroformio si aggiungono circa 20 cc. di tetracloruro di carbonio e si riscalda il pallone con refrigerante a ricadere, affinchè si sciolga completamente; si lascia ora raffreddare e il rotenone cristallizzerà come composto di rotenone e tetracloruro di carbonio (giova spesso avviare la cristallizzazione con l'aggiunta di pochi cristallini di questa sostanza).

Dopo un riposo di 12 ore in ghiacciaia, si filtra la massa cristallina su crogiuolo filtrante di vetro, già tarato; si lava con 15 cc. di tetracloruro saturo di rotenone e, dopo aver lasciato il tutto per una giornata all'oscuro, si pesa. Poichè questo composto contiene il 72 % di rotenone, occorrerà moltiplicare il dato ottenuto per 0.72 e poi riportare a 100 moltiplicando per due.

Piante da rotenone.

Il rotenone è contenuto in numerose specie della famiglia delle Leguminose. La bibliografia al riguardo non è sempre molto chiara, sia perchè spesso i dati analitici riportati nei diversi testi fanno una certa confusione fra rotenone ed altre sostanze simili di uguale od inferiore effetto tossico: sia perchè spesso sono citati, da alcuni autori, generi e specie senza sottilizzare troppo, dal lato botanico, sui sinonimi con cui spesso sono denominate medesime piante (1).

Sulla scorta del «Die Pflanzestoffe» del WEHMER e con l'ausilio di ulteriori notizie comparse in varie memorie italiane e straniere, (2) crediamo poter presentare il seguente elenco di piante da rotenone:

Derris malaccensis – PRAIN. – (Malesia) Tuba merah

Derris elliptica – BENTH. – (Asia - Giava) Tuba putch

Derris chinensis – BENTH. (Asia - Giappone)

Derris uliginosa – BENTH. – (= *Dalbergia heterophylla* WILLD.) – (Tropici - Somalia - Tanganica - Indie orientali - Ceylon - Giava)

Derris polyantha – (Tropici)

Lonchocarpus urucu – (Brasile - Amazzonia) Timbò urucù

Lonchocarpus chrysophyllus - (Surinam) in malese «nekoe»

Lonchocarpus Nicou – DEC. – (Brasile) Barbasco, Timbò, Haiari

Lonchocarpus floribundus – BENTH. – (Brasile - America Centrale)

Tephrosia piscatoria – PERS. – (= a *T. purpurea* PERS.) – (Tropici - Perù)

Tephrosia Vogelii – HOOK FIL. (= a *Cracca Vogelii*) – (Congo - Kenia)

Tephrosia toxicaria – PERS. (= a *Cracca toxicaria*)

Cracca virginiana L. – (Stati Uniti - Virginia)

Milletia taiwaniana – HAY. (Giappone)

---

(1) ROARK - I. Econ. Entomol. (1933).

(2) L'elenco è stato gentilmente controllato dal prof. M. CALVINO.

si estrae da esse, con solventi opportuni, il rotenone e si usa il liquido in tal modo ottenuto. In alcuni casi poi al liquido rotenonico si addizionano altri insetticidi, come il piretro, per accrescerne il potere tossico; a tal uopo sono state condotte utili ed interessanti esperienze anche da studiosi italiani, fra i quali il CANNERI e il MAGINI.

Vari sono i metodi di determinazione del rotenone [1], ma tutti purtroppo non scrupolosamente esatti; noi ricorderemo, per la relativa semplicità di esecuzione, quello di ROARK e quello di ROWAAN.

Secondo il primo metodo, leggermente modificato da GEORGI, si opera nel seguente modo [2]:

Pesati grammi 50 di fine polvere di radici, si disseccano a pressione ridotta per 6 ore a 75° C. in una stufa: si sottopone poi il materiale ad estrazione eterea in un Soxhlet per la durata di 48 ore. Dopo aver fatto evaporare dal materiale estratto l'eccesso di etere, sino cioè ad ottenere una massa debolmente sciropposa, si pone il tutto a raffreddare in un piccolo recipiente a collo largo munito di coperchio. Spesso si ha abbastanza rapidamente una precipitazione di cristalli piccoli di rotenone; se essi stentassero a formarsi è raccomandabile aggiungerne alcuni. Iniziata la cristallizzazione, si mantiene il recipiente al freddo per una notte intera ed infine si filtra rapidamente in un crogiuolo di vetro filtrante, previamente tarato; si lava con 5 cc. di etere raffreddato nel ghiaccio, in tre riprese, si dissecca a 100° C. per un'ora, si pesa e si moltiplica per 2 per portare a 100.

Il metodo del ROWAAN, seguito in Olanda dai Laboratori per le analisi commerciali ed anche dall' Istituto Coloniale di Amsterdam, è basato sulla proprietà già ricordata del tetracloruro di carbonio di formare un composto cristallino, contenente una molecola del solvente addizionata ad una di rotenone.

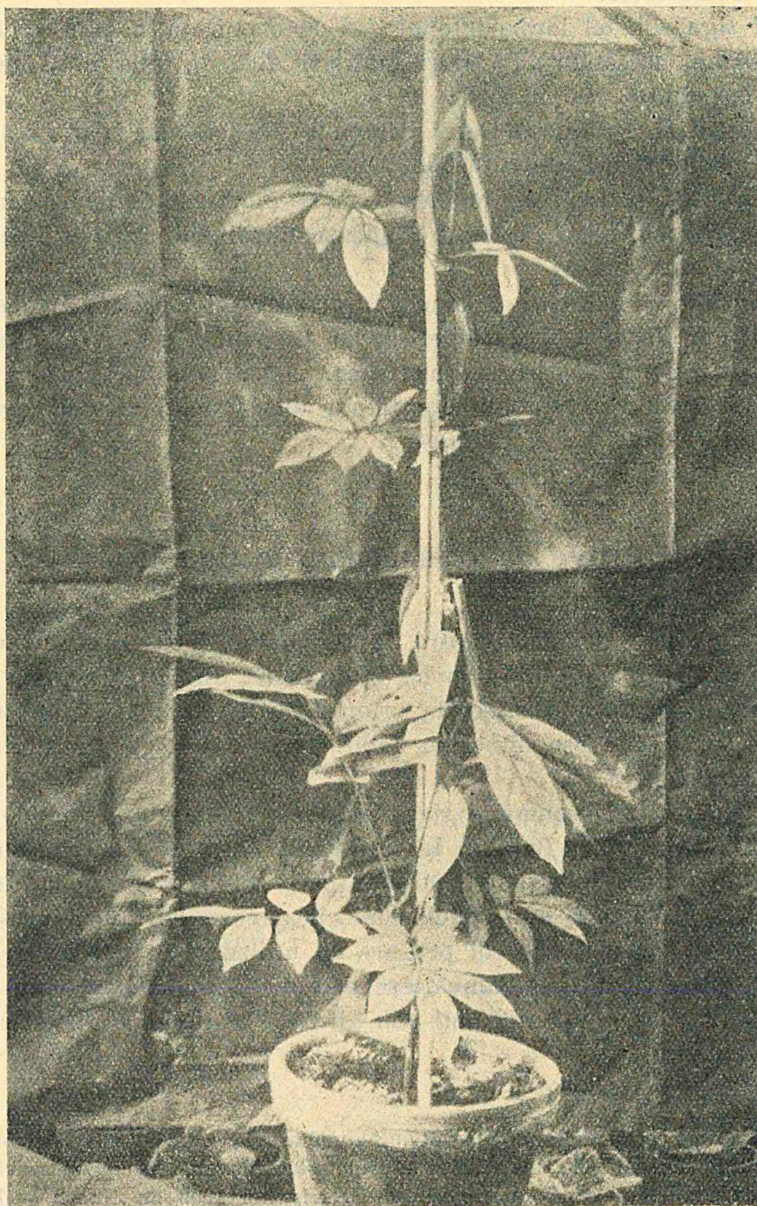
Presi 50 grammi della polvere da analizzare si trattano in un bicchiere con cc. 250 di cloroformio e si lasciano in contatto per 6 ore mescolando di tanto in tanto. Si filtra la soluzione cloroformica attraverso un filtro di carta asciutto in un matraccio Erlenmeyer di 750 cc. e si lava con 50 cc. di cloroformio. Il filtro, con tutto il residuo, si riporta nel medesimo bicchiere e si aggiungono altri 100 cc. di cloroformio, si mescola bene e si lascia in riposo per 12 ore. Si filtra poi attraverso altro filtro lavando la massa sul filtro stesso con 50 cc. di cloroformio per volta.

I filtrati riuniti vengono evaporati a piccolo volume e trasportati in un Erlenmeyer da 100 cc. a bocca larga; si toglie il residuo di cloroformio prima per distillazione, infine riscaldando prudentemente il matraccio a fiamma libera in corrente di anidride carbonica. All'estratto liberato

---

(1) Citeremo il metodo di ZEISEL, quello di TAKEI, MJYAJIMA e ONO, di BUDDE e BAUMGARTEN (deviazione polarimetrica) quello di JONES e SMITH (metodo colorimetrico).

(2) Il metodo è usato alla Sezione Agraria di Kuala Lumpur (Malesia) e nel Lab. dell' Istituto Coloniale di Amsterdam.



Giovane pianta di *Derris elliptica* coltivata alla Stazione di floricoltura di S. Remo.
(Fot. gentilmente inviataci dal prof. Calvino).

Milletia ferruginea (Hochst) - BAK. - (= *Inga byrsinocarpa* Hochst). - (Etiopia).
Spatholobus Roxburghii - BENTH.
Mundulea suberosa - BENTH.
Ormocarpum sp.

Di tutti questi generi i più conosciuti e sfruttati per il rotenone sono: il *Derris*, il *Lonchocarpus* e il *Tephrosia*; negli Stati Uniti d'America si cerca di selezionare la *Cracca virginiana* colà abbastanza diffusa e coltivata.

Il Genere "Derris".

I principali Paesi produttori sono attualmente gli Stati federati malesi, l'Isola di Borneo, le Filippine e le Indie Olandesi; le specie generalmente diffuse sono: la *Derris elliptica* BENTH. e la *Derris malaccensis* PRAIN. (in America chiamate Deguelia); tutte e due queste specie hanno poi parecchie varietà ed i coltivatori ne fanno anche una distinzione per tipi (tipo di Singapore, tipo di Serdang, ecc.) a seconda della loro provenienza. La propagazione è fatta generalmente con talee di varia lunghezza, non oltrepassanti i 50 cm., prelevate su rami già lignificati; queste talee sono costrette a radicare (in circa 3 settimane) in vivai umidi ed irrigati [1].

Dopo sei settimane si pongono a dimora le piantine in terreno sciolto e sufficientemente umido, piantando in quadri di circa un metro di lato; le cure colturali sono limitate e spesso ridotte ad un'unica sarchiatura; le concimazioni scarse e molte volte nulle.

Esperienze condotte al fine di indagare sulla opportunità di queste ultime (secondo C. D. V. GEORGI, J. L. GREIG e GUNN LAY TEIK) avrebbero dimostrato che, pur aumentando la produzione unitaria di radici, le concimazioni influirebbero poco o nulla sull'accrescimento in contenuto rotenonico. Le foglie ed i rami non hanno poi alcun valore insetticida.

Le radici raggiungono il maggior valore tossico all'età di anni 2 e quelle più fini, non oltrepassanti cioè il diametro di 1 cm., sono le più ricche in rotenone. Oltrechè dalla varietà, la qualità commerciale è determinata perciò anche dalla grossezza delle radici. Il raccolto commerciabile si può calcolare intorno a 20 quintali ad ettaro in media.

Dalla penisola di Malacca se ne esportarono nel 1934 tonnellate 143.

---

[1] In alcune località, e specialmente in Malesia, si cerca anche di ottenere la moltiplicazione per semina al fine di tentare una selezione in base al contenuto in rotenone. Nelle condizioni locali però l'impollinazione raramente avviene e difficilmente si ottengono legumi, ed alla Stazione agraria dimostrativa di Kuala Lipis (Pahang) molte prove sono state eseguite in proposito.

LOCALITÀ e CAMPIONE	Estratto etereo %	Rotenone %
MALESIA — *Derris polyantha* - 24 mesi	9,99	2,74
idem - 30 mesi	11,89	2,70
— *Derris elliptica* (Tipo di Singapore) - 24 mesi	20,36	6,85
idem idem - 30 mesi	23,15	8,91
— *Derris elliptica* (Rampicante di Sarawak) - 24 mesi . . .	20,42	5,35
idem idem - 30 mesi . . .	22,43	6,03
— *Derris elliptica* (Tipo di Serdang) - 24 mesi	10,05	2,29
idem idem - 30 mesi	6,88	0,99
— *Derris malaccensis* (Varietà Sarawakensis) - 24 mesi . .	16,41	1,95
idem idem - 30 mesi . .	23,87	2,56
FILIPPINE — Silang, Cavite - *Derris* sp.	5,68	0,10
— Cebù, Cebù - »	17,32	2,42
— Talisay, Cebù - »	18,93	0,85
— Occidental Misamis - »	13,13	1,69
— Guinobatan, Albay - »	13,80	0,42
— Calapan, Mindoro - »	7,45	0,02

Le radici, poste al sole od in stufe alla temperatura di 55° C. circa, vengono fatte seccare (da 7 a 15 giorni al sole; 3 giorni e mezzo in stufa) ed in tal modo perdono circa il 55 % del peso restando con un contenuto del 10 % di umidità. Infine, convenientemente imballate, sono poste in commercio.

Nei riguardi del loro contenuto in rotenone, si notano oscillazioni notevolissime, passando da valori inferiori all'1 % alla cifra massima, per ora constatata, del 16.7 %.

Secondo D. R. Koolhaas il contenuto in rotenone varia anche tra pianta e pianta della stessa specie.

Le molteplici ricerche hanno poi messo anche in evidenza che esiste una certa relazione tra l'estratto a mezzo di solventi vari ed il contenuto in rotenone (1).

L'estratto viene operato a mezzo di vari solventi, quali ad esempio l'etere, il cloroformio, il tetracloruro di carbonio, ecc. e generalmente l'estratto cloroformico presenta un tenore rotenonico superiore.

A maggior chiarimento riportiamo una tabella di dati, tratti da diversi autori citati da J. Legros.

Prove di lotta contro le tignole.

Se le prove di lotta contro le tignole da noi eseguite con polveri di radici di pianta da rotenone, in Italia (2), almeno a quanto ci consta, hanno il carattere di assoluta priorità, all'estero è bene far presente che esse sono state eseguite sino dallo scorso anno con risultati abbastanza soddisfacenti (3).

In Algeria, ad esempio, i sigg. Delassus e Laffond, secondo quanto venne pubblicato sul «Bulletin International du vin» fecero esperienze su oltre 100 ettari di vigneto, lottando però soltanto contro la terza generazione e giungendo alle conclusioni che riportiamo qui appresso:

1°) - Non è il caso di pensare ad utilizzare le polveri a base di rotenone, eccetto che per combattere la terza generazione; esse presentano effettivamente, nei raffronti con gli altri trattamenti insetticidi, numerosi vantaggi.

---

(1) I primi esami della composizione chimica della radice di Derris vennero fatti da Greshoff sino dal 1890, ma il rotenone fu isolato da una specie di Lonchocarpus nel 1895 da Geoffroy e da una specie di Derris nel 1902 da Nagai - I. Tokyo Chem. Soc. (1902) 23 p. 740.

(2) Il prof. Calvino direttore della Stazione di floricoltura « O. Raimondo » di San Remo, ha coltivato nei giardini della Stazione piante di *Derris elliptica* ed altre piante da rotenone.

(3) Negli ultimi anni in America e specialmente in Olanda, da parte dell'Istituto Coloniale, sono state fatte prove numerose contro insetti usando polvere di radici di Derris, con risultati soddisfacentissimi.

2°) – Non sono nocive per gli uomini e per gli animali; i grappoli non portano in cantina sostanze velenose ed i trattamenti possono venire applicati anche a poca distanza dalla vendemmia: sono quindi particolarmente adatte per la protezione delle uve da tavola.

3°) – Sono di facilissimo impiego e non esigono la preparazione di soluzioni: il lieve peso rende facile il loro trasporto.

4°) – Si spargono rapidamente; ed in pratica, con una buona solforatrice ed usando polveri a forti dosi, un uomo può trattare un ettaro di vigneto al giorno.

5°) – Tenuto presente la loro composizione ed il lieve quantitativo che si deve spargere, le polveri rotenoniche non influiscono menomamente sulla fermentazione e non comunicano al vino alcun gusto particolare.

6°) – La finezza assicura buona penetrazione e forte aderenza poichè in tutte le prove la polvere era ancora ben visibile ad un mese di distanza dalle applicazioni.

Un solo fatto – lo desumiamo dalla relazione – non ci sembra molto chiaro, è precisamente laddove si afferma che «non è il caso di pensare all'utilizzazione delle polveri a base di rotenone fatta eccezione nella lotta contro la terza generazione». Infatti i trattamenti, secondo quanto affermano gli sperimentatori, non vennero effettuati contro la prima e la seconda generazione, il che non può quindi autorizzare, a ragione veduta, a sconsigliarne l'uso.

Per ciò che concerne il contenuto in rotenone, il che assume grande valore per l'efficacia, facciamo poi osservare che i sigg. Delassus e Laffond usarono polveri contenenti da un minimo del 2 ad un massimo del 6 °/₀ non di rotenone, ma di estratto etereo totale, ciò che ci autorizza a supporre la presenza del principio attivo in misura piuttosto esigua (dal 0,6 all' 1 °/₀). Fatto questo che avvalora, comunque, la potenza insetticida della polvere di radici di Derris anche a bassa dose di rotenone.

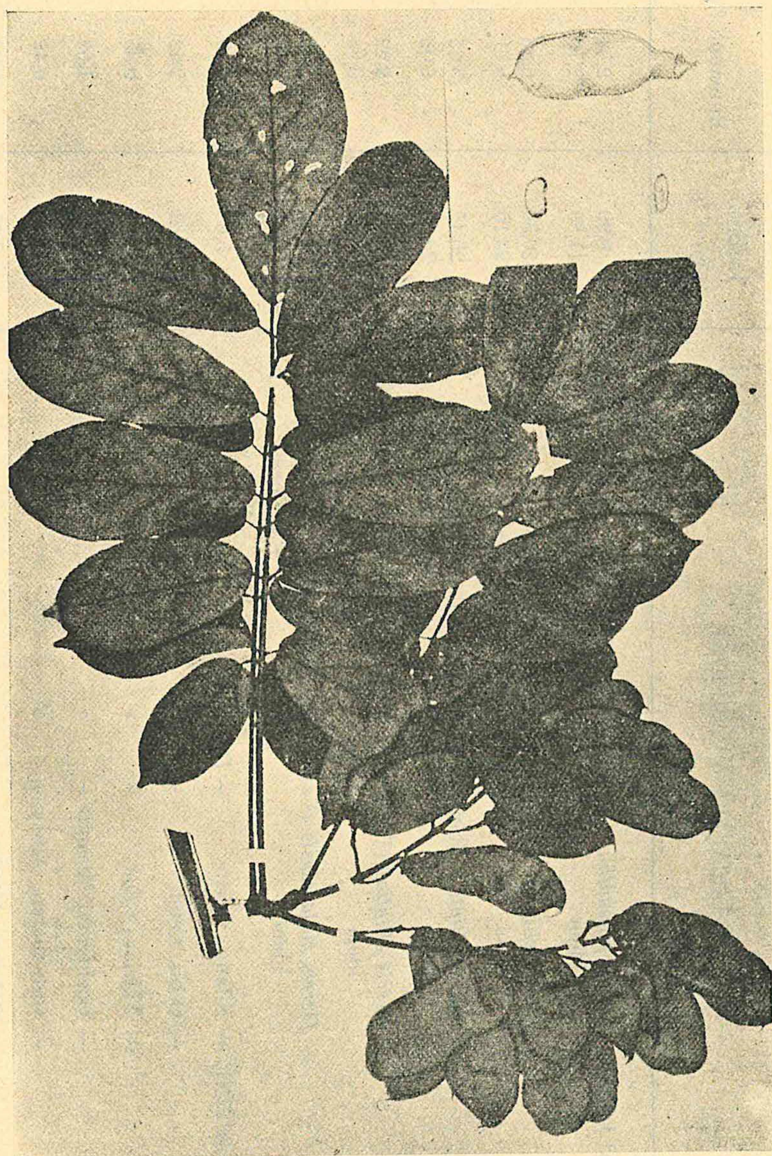
Anche la «Station Fédérale d'Essais Viticoles» di Losanna diretta dal ben noto Prof. Faes eseguì prove di lotta ed il Direttore da noi interpellato, gentilmente ci rispose nel seguente modo:

«Dans l'ensemble, les résultats obtenus contre les vers de la vigne (Cochylis et Eudemis) sont très variables et, l'année dernière en particulier, (1) ces produits ont accusé une efficacité très insuffisante en raison des conditions climatiques qui furent défavorables. Les poudres furent rapidement lessivées par les pluies».

* * *

Desiderosi quindi di arrivare ad una prima conclusione sperimentale, istituimmo nel 1937-XV prove di lotta con l'appoggio del Consorzio per la Viticoltura, della Stazione Chimico-Agraria Sperimentale di Udine e con l'approvazione della R. Stazione di Viticoltura ed Enologia di Cone-

(1) Nel 1936.



Foglie, frutto e semi di *Derris elliptica* Benth.
(Dal Malayan Agricultural Journal).

gliano; il Direttore di quest'ultima, Prof. DALMASSO, anzi si compiacque di suggerirci un piano sperimentale di campagna non vasto, ma, date le nostre possibilità, sufficientemente persuasivo.

Una prima difficoltà riflettente l'acquisto della sostanza insetticida la sormontammo con non lieve fatica: valendoci di personale relazione col Dott. HOLTZ - Console d'Olanda a Torino - riuscimmo a farci spedire dalle Indie Olandesi, via Amsterdam, alcuni chilogrammi di polvere di radici di *Derris elliptica* che, dopo varie peripezie ed ottenuto il permesso di importazione, ci giunsero in tempo per iniziare i trattamenti.

La polvere di radici di *Derris elliptica* si presenta in uno stato di notevole finezza (che abbiamo determinato essere compresa tra 50 e 300 micron) di colore nocciola scuro tendente al rossastro, e con acre e penetrante odore sui generis, ma che ricorda molto da vicino quello della radice carnosa del ravanello.

Il contenuto in rotenone ci venne garantito nella misura del 5 $^0/_0$ (determinazione eseguita dall'Istituto Coloniale di Amsterdam col metodo al cloroformio del ROWAAN e che avemmo modo di controllare in laboratorio). Due furono i centri di sperimentazione, e precisamente uno a Buttrio nel podere del Consorzio Provinciale della Viticoltura, e l'altro sulle colline di Rosazzo in un podere del co. Valfredo de Puppi, che pubblicamente ringraziamo e che ci mise a disposizione i vigneti per le prove.

A Buttrio scegliemmo quattro filari di Refosco di Faedis o Refoscone (varietà ad uva nera, recettiva alle tignole) dell'età di anni 15, su porta innesto non ben identificato, allevati a capovolto, in terreno eocenico marnoso ed orientati da sud-est a nord-ovest.

Sulle colline di Rosazzo (Comune di S. Giovanni al Natisone) si scelsero cinque brevi filari di Verduzzo (vitigno ad uva bianca, fortemente recettivo) posti sopra un pianoro molto ben esposto, in terreno eocenico marnoso, della età di anni 10, su porta-innesto non identificato ed orientati anch'essi da sud est a nord-ovest.

Il piano sperimentale è riportato nel seguente specchietto illustrativo:

Podere di Buttrio

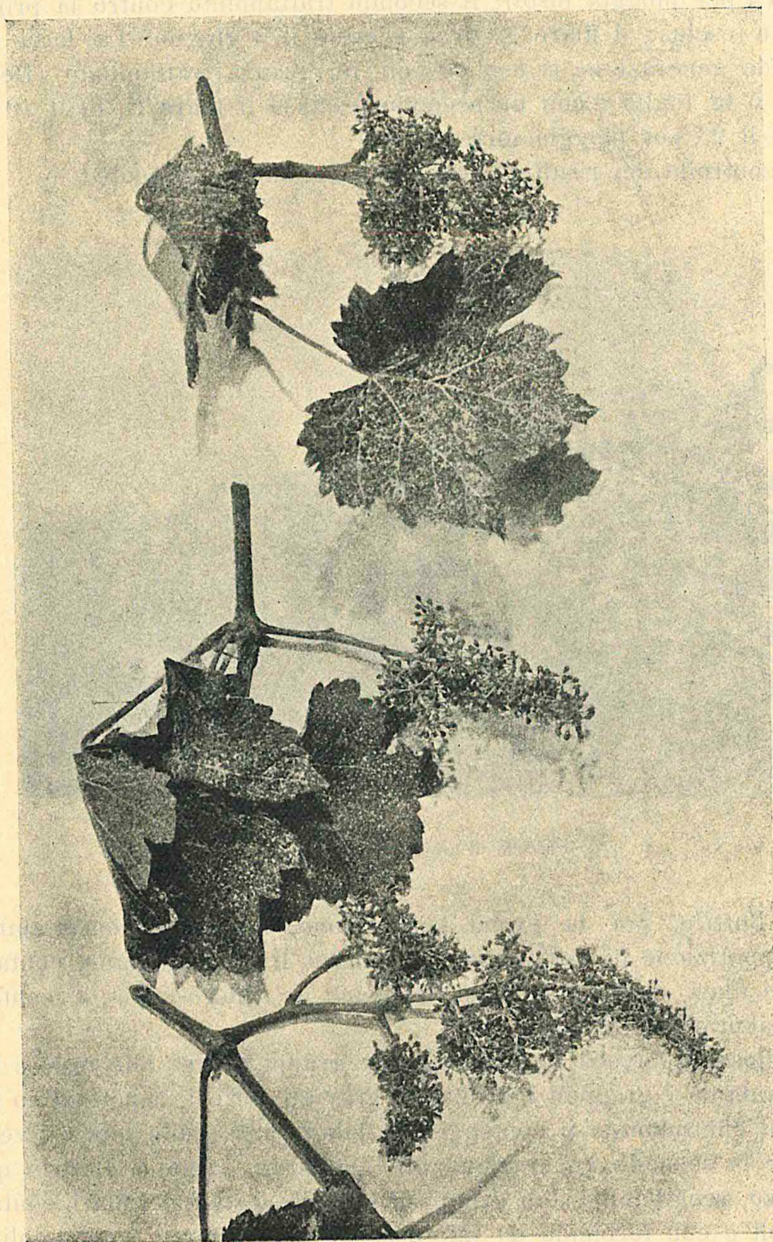
Filare N. 11 (N. 36 ceppi di Refosco di Faedis) - Due trattamenti con polvere di radici di *Derris elliptica* contro la prima generazione di tignole. Due trattamenti contro la seconda generazione.

Filare N. 12 (N. 37 ceppi di Refosco di Faedis) - Due trattamenti con Azol (arseniato di calcio) in soluzione al 0.7 $^0/_0$, contro la prima generazione.
Due trattamenti contro la seconda generazione con Monital (solfato di nicotina) all'1 $^0/_0$.

Filare N. 13 (N. 40 ceppi di Refosco di Faedis) - Due trattamenti con Azol in soluzione al 0.7 $^0/_0$, addizionato a poltiglia bordolese all'1 $^0/_0$, contro la prima generazione.
Un trattamento contro la seconda generazione con Monital all'1 $^0/_0$.

Prove di lotta contro le tignole dell'uva eseguite in Algeria con polvere di radici di *Derris elliptica*.

FILARI	Tenore in estratto etereo totale della polvere di *Derris elliptica*	Quantità sparsa ad ha. Kg.	Larve vive N.	Numero dei grappoli senza larve	Peso del raccolto Kg.
CONTROLLO	—	—	211	3	380
A. (ceppi N. 160) . .	2 %	22,500	6	24	510
B. idem . .	6 %	20,—	10	25	472
C. idem . .	2 %	27,500	14	21	492
D. idem . .	1 %	20,—	47	14	448
E. idem . .	2 %	25,—	11	23	507
F. idem . .	3 %	15,—	12	22	578



Grappoli fiorali di Verduzzo infesti da tignole. (Fot. originale).

Filare N. 14 (N. 38 ceppi di Refosco di Faedis) - Controllo (senza alcun trattamento insetticida).

La lotta contro la peronospora venne effettuata regolarmente con poltiglia bordolese leggermente alcalina all' 1 $^0/_0$, ed i trattamenti polverulenti con Cuprosolfol al 4.80 $^0/_0$ di rame metallo.

Podere delle colline di Rosazzo

Filare N. 5 (N. 37 ceppi di Verduzzo) - Due trattamenti con Azol in soluzione al 0.7 $^0/_0$, contro la prima generazione di tignole.
Due trattamenti con Monital all'1 $^0/_0$ contro la seconda generazione.

Filare N. 6 (N. 35 ceppi di Verduzzo) - Un trattamento con polvere di radici di *Derris elliptica* contro la prima generazione.
Un trattamento con polvere di radici di *Derris* contro la seconda generazione.

Filare N. 7 (N. 26 ceppi di Verduzzo) - Due trattamenti con polvere di radici di *Derris* contro la prima generazione.
Due trattamenti con polvere di radici di *Derris* contro la seconda generazione.

Filare N. 8 (N. 29 ceppi di Verduzzo) - Due trattamenti con Azol in soluzione al 0.7 $^0/_0$, addizionato alla poltiglia bordolese all' 1 $^0/_0$, contro la prima generazione.
Due trattamenti con Monital all' 1 $^0/_0$ contro la seconda generazione.

Filare N. 9 (N. 29 ceppi di Verduzzo) - Controllo (senza alcun trattamento insetticida).

Anche a Rosazzo la lotta contro la peronospora si fece con poltiglia bordolese leggermente alcalina all'1 $^0/_0$ ed i trattamenti polverulenti con Cuprosolfol al 4.80 $^0/_0$ di rame metallo.

I trattamenti contro la seconda generazione si effettuarono adoperando Monital anzichè arseniato di calcio per uniformarci ai metodi di lotta in uso contro le tignole.

Nei riguardi poi della esclusione dell'arseniato di piombo dalle prove, ci preme far presente che, data la nostra convinzione sulla pari efficacia dei due arseniati, non ritenemmo opportuno moltiplicare le esperienze, che, del resto, rivestono un primo carattere di orientamento.

Aggiungiamo poi che i trattamenti da noi fatti si riferiscono alle sole due generazioni di *Polychrosis* da noi riscontrate in Friuli.

In ogni filare di prova ponemmo vasetti contenenti mosto concentrato bianco, opportunamente diluito, che ci servirono da esca, al fine di stabilire l'epoca opportuna dei trattamenti sulla base del massimo volo delle farfalline.

A Buttrio il primo trattamento con polvere di Derris (addizionata con 50 $^0/_0$ di Cuprosolfol) e con Azol si effettuò il 31 maggio 1937 e si ripetè il 4 giugno per forte pioggia sopravvenuta; il secondo trattamento

PODERE DEL CONSORZIO PROVINCIALE PER LA VITICOLTURA DI UDINE - (BUTTRIO.)

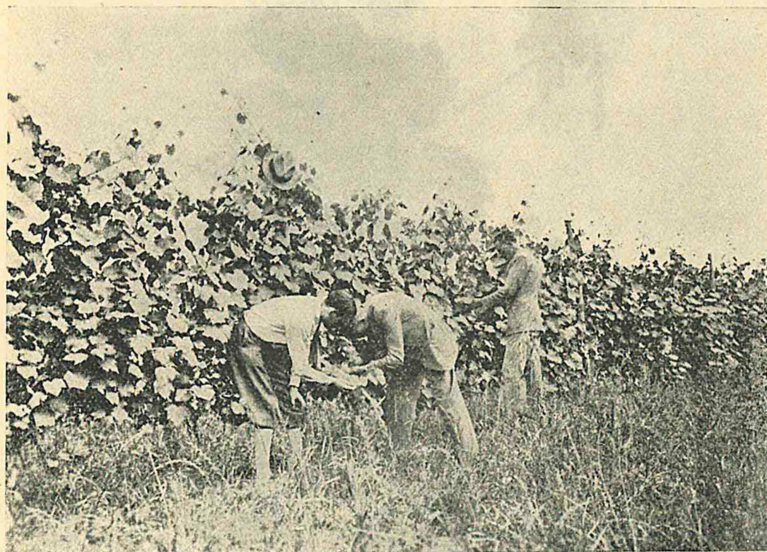
Filare	Numero dei ceppi	Varietà del vitigno	Trattamenti contro la prima generazione	Numero dei grappoli fiorali	Numero dei grovigli (¹)	Numero delle larve vive	% dei grovigli riferito ai grappoli	% delle larve vive riferito ai grappoli
N. 11	36	Refosco di Faedis	Due trattamenti con polvere di Derris addizionata con Cuprosolfol (50 %)	781	51	33	6,5	4,2
N. 12	37	id. id.	Due trattamenti con Azol al 0,7 %, in soluzione	979	70	34	7,1	3,5
N. 13	40	id. id.	Due trattamenti con Azol in soluzione al 0,7 % addizionato a poltiglia bordolese all'1 %	763	65	38	8,5	4,9
N. 14	38	id. id.	Controllo (senza alcun trattamento insetticida)	748	157	97	20,9	12,9

(¹) Nella quasi totalità riferibili a *Polychrosis botrana* - Schiff.

(sempre contro la prima generazione) lo facemmo il 10 giugno. Contro la seconda generazione con la polvere di Derris e Monital lottammo il 12 luglio ed il 20 luglio (trattamento ripetuto il 23 dello stesso mese in seguito a dilavamento per pioggia violenta).

A Rosazzo la prima applicazione venne fatta il primo di giugno (ripetuta il 4 per pioggia forte); il secondo trattamento contro la prima generazione (escluso il filare N. 6) si effettuò il 9 giugno. La lotta contro la seconda generazione si esplicò con un primo trattamento (Derris e Monital) il 12 luglio e con un secondo (escluso il filare N. 6) il 20 luglio (ripetuto il 23 per pioggia torrenziale).

Il controllo dei risultati procedette nel modo seguente:



Raccolta di grovigli sericei a Rosazzo.

A Buttrio, per la prima generazione, dopo che constatammo la sicura apparizione di tutti i grovigli sericei, li raccogliemmo, contandoli, su tutti i filari, asportandoli con forbicine da microscopia, e contammo poi, in laboratorio, le larve vive.

A Rosazzo invece scegliemmo due gruppi di viti alle testate dei filari, contammo i grappoli fiorali ed i grovigli sericei, asportammo questi ultimi ed effettuammo il conteggio, in laboratorio, delle larve vive.

Per la seconda generazione all'invaiatura, tanto a Buttrio quanto a Rosazzo, scegliemmo due gruppi di viti alle testate dei filari, contammo i grappoli e con forbicine da microscopia asportammo, contandoli, tutti gli acini sicuramente bacati. Le suaccennate operazioni vennero eseguite a Buttrio il 16 giugno ed il 2 settembre ed a Rosazzo il 17 giugno ed il 3 settembre.

I risultati sono sintetizzati negli specchietti seguenti:

PODERE DEL CONSORZIO PROVINCIALE PER LA VITICOLTURA DI UDINE - (BUTTRIO).

Filare	Numero dei ceppi	Varietà del vitigno	Trattamenti contro la seconda generazione	Numero dei grappoli di uva (¹)	Numero degli acini bacati	% degli acini bacati riferito ai grappoli
N. 11	35	Refosco di Faedis	Due trattamenti con polvere di Derris addizionata con Cuprosolfol (50 %)	128	58	45,3
N. 12	37	id. id.	Due trattamenti con Monital all'1 %	126	44	34,9
N. 13	40	id. id.	Un trattamento con Monital all'1 %.	129	61	47,2
N. 14	38	id. id.	Controllo (senza alcun trattamento insetticida)	125	147	117,6

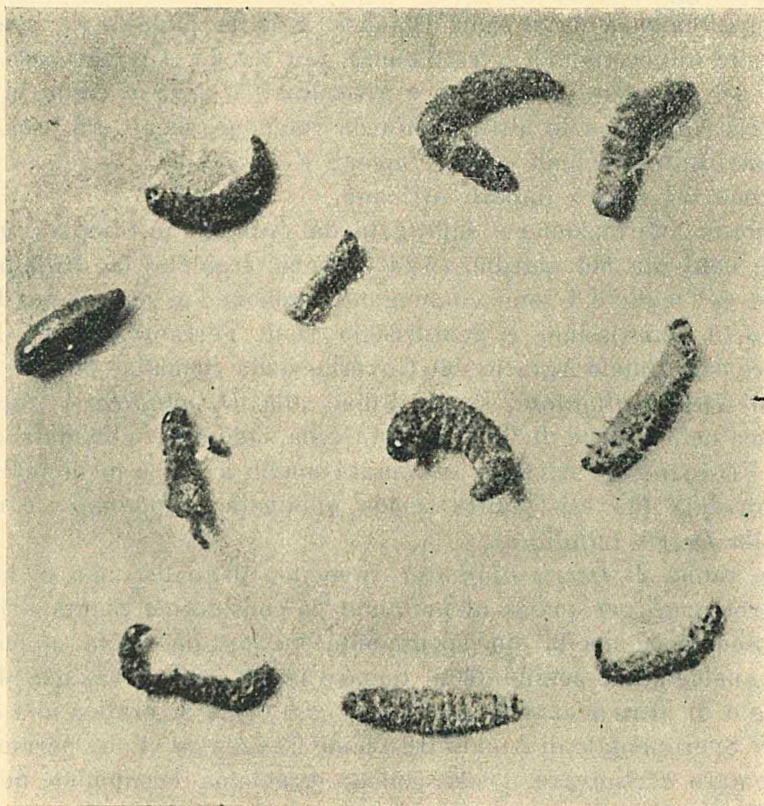
(¹) Due gruppi di ceppi alle testate dei filari

PODERE DI RONCHI DI ROSAZZO (San Giovanni al Natisone) - Proprietà Conte Valfredo de Puppi.

Filare	Numero dei ceppi	Varietà del vitigno	Trattamenti contro la prima generazione	Numero dei grappoli fiorali (¹)	Numero dei grovigli	Numero delle larve vive (²)	% dei grovigli riferito ai grappoli	% delle larve vive riferito ai grappoli
N. 5	37	Verduzzo	Due trattamenti con Azol al 0,7 % in soluzione	215	19	10	8,8	4,6
N .6	35	id.	Un trattamento con polvere di Derris addizionata a Cuprosolfol (50 %)	225	16	7	7,1	3,1
N. 7	26	id.	Due trattamenti con polvere di Derris addizionata a Cuprosolfol (50 %)	175	14	7	8	4,0
N. 8	29	id.	Due trattamenti con Azol al 0,7 % addizionato a poltiglia bordolese all'1 %	215	30	23	13,9	10,6
N. 9	29	id.	Controllo (senza alcun trattamento insetticida)	170	71	48	41,7	28,2

(¹) Due gruppi di ceppi alle testate dei filari. — (²) Nella quasi totalità riferibili a *Polychrosis botrana* - Schiff.

Parallelamente alle prove di vigneto ed allo scopo di constatare la precisa azione venefica della polvere di radici di Derris, prelevammo 14 grappolini fiorali di Verduzzo, sicuramente infesti per presenza di grovigli sericei e di larvette e li portammo in laboratorio dividendoli in due lotti di 7 grappolini ciascuno; un gruppo venne moderatamente spolverato con Derris ed il secondo rimase di controllo. Dopo 18 ore esaminammo i grovigli ed asportammo le larvette; quelle del primo gruppo erano morte nella totalità: quelle del secondo gruppo erano perfettamente vitali.



Larve di tignole di prima generazione uccise dalla polvere di radici di *Derris elliptica*. (Ingrand. circa 4 × - Fot. originale)

La fotografia riprodotta mostra le larvette morte e, per quanto non sia stato possibile, coi mezzi a disposizione, indagare sull'azione fisiologica del rotenone, dall'esame dello stato dei bruchi morti e dal loro atteggiamento post mortem, ci è dato supporre che l'insetticida agisca come paralizzante (1).

(1) N. Tischler della Stazione Sperimentale di New Jersey studiando l'azione insetticida della polvere di radice di *Derris* conclude che l'effetto tossico è più generale che specifica di un organo o sistema.

PODERE DI RONCHI DI ROSAZZO (San Giovanni al Natisone) - Proprietà Conte Valfredo de Puppi.

Filare	Numero dei ceppi	Varietà del vitigno	Trattamenti contro la seconda generazione	Numero dei grappoli di uva (1)	Numero degli acini bacati	% degli acini bacati riferito ai grappoli
N. 5	37	Verduzzo	Due trattamenti con Monital all'1 %	136	41	30,1
N. 6	35	id.	Un trattamento con polvere di Derris addizionata al Cuprosolfol (50 %)	128	47	36,7
N. 7	26	id.	Due trattamenti con polvere di Derris addizionata al Cuprosolfol (50 %)	132	33	25,0
N. 8	29	id.	Due trattamenti con Monital all'1 %	134	38	28,3
N. 9	29	id.	Controllo (senza alcun trattamento insetticida).	145	154	106,2

(1) Due gruppi di ceppi alle testate dei filari.

Riassunto.

Gli autori, dopo alcune considerazioni sul rotenone e sulle piante che lo contengono, hanno riferito quanto si conosce attualmente sulla coltura delle piante da rotenone allo scopo di incoraggiare la loro introduzione e coltivazione nelle terre dell'Impero, ed hanno eseguito prove di lotta contro le tignole della vite con ottimi risultati. Non è escluso che l'azione insetticida possa essere rivolta anche contro altri insetti parassiti [1] di piante agrarie tra i quali la temibile *Cydia molesta* Busch. e contro gli insetti domestici. Contro la *Cydia* del resto, in Italia, sono state condotte esperienze con polveri a base di rotenone fornite dalla Ditta Amonn di Bolzano.

G. Poggi - F. Cavallini

---

[1] Gli Americani, da diversi anni, hanno fatto prove comparative fra il rotenone e gli altri insetticidi per contatto (nicotina, piretro) sopra parecchie specie di parassiti animali, con risultati spesso lusinghieri: crediamo ricordare quelle contro l'afide del falso cavolo *(Rhopalosiphum pseudob'assicae)*, contro quello della spirea *(Aphis spiraecola)*, contro la *Diabrotica duodecimpunctata* del cocomero, la *Epilachna corrupta* del fagiuolo, contro il *Tetranychus telarius* ecc.

I risultati ottenuti non hanno bisogno di illustrazione; il potere larvicida della polvere di radici di Derris è dimostrato ed è stato talvolta anche superiore a quello dell'Azol e del Monital, nelle dosi applicate, nelle condizioni ambientali particolari in cui si svolsero le esperienze e nella presente annata che, in Friuli, fu assai favorevole allo sviluppo delle tignole, in ispecie di quelle della prima generazione.

Restano invero molti problemi da affrontare, come ad esempio, quello dell'optimum di contenuto in rotenone a tutti gli effetti insetticidi e che si ricollega strettamente alla questione economica di non facile soluzione. Oggi, infatti, l'alto costo delle polveri di radici di *Derris elliptica* di provenienza dalle Indie Olandesi e dalla Malesia ([1]), renderebbe certamente antieconomici i trattamenti, pur dando il giusto peso alla innocuità del rotenone per l'uomo e gli animali a sangue caldo in genere. La *Derris elliptica* e le altre piante da rotenone, come già esponemmo, sono quasi tutte tropicali o sub tropicali e dovrebbero vegetare bene in molte zone del nostro Impero Africano.

Questa affermazione è suffragata dal fatto che in Etiopia è frequente e anche coltivata nei giardini (Addis Abeba, Irgalem) la *Milletia ferruginea* le cui foglie e i semi contengono rotenone; a seguito poi di nostra richiesta, il chiarissimo e gentilissimo Dott. Ferrante Paveri-Fontana, Direttore dell' Ufficio Agrario del Governo della Somalia, ci fece invio di radici di *Derris uliginosa*, specie affine alla *D. elliptica* e che vegeta spontanea nelle foreste di Mobilen, sul Giuba, laddove è chiamata dagli indigeni «*Osmandoi*» ed è da essi usata anche a scopo medicinale contro la blenorragia (ne esiste altra specie chiamata «*Mabunga*» e riferibile forse alla *Derris trifoliata*).

Le radici di *Derris uliginosa* ricevute, all'analisi, non ci hanno rivelato rotenone, per quanto alcuni autori la considerino pianta a basso tenore rotenonico; ma la sua spontaneità in Somalia lascia supporre, per stretta analogia, la possibilità di tentare laggiù la coltivazione di *Derris elliptica* o di altre piante da rotenone, così come si pratica alla Stazione Agraria Sperimentale di Amani nel vicino Tanganica, il che permetterebbe di affrontare e risolvere il suaccennato problema economico dei trattamenti insetticidi.

([1]) Da notare altresì che la S. A. Appia di Genova, rappresentante della Ditta Cooper Mc. Dougall e Robertson di Berkhamsted (Inghilterra) vende prodotti a base di Derris quali il Katakilla, il Polvosol, il Polvo, tutti insetticidi: il costo piuttosto elevato certamente è di serio ostacolo alla loro diffusione.

Acque minerali del Friuli [1]

Sino dai tempi antichi si sono riconosciute proprietà terapeutiche più o meno singolari e diverse a talune acque sorgenti dal suolo o risalenti da maggiori profondità, fredde o termali, che venivano pertanto consigliate ed usate a scopo di cura per bagni o per bevanda.

Tali acque hanno assunto per consuetudine la denominazione di «acque minerali» in quanto alla mineralizzazione dovuta a particolari elementi inorganici in esse disciolti, in copia maggiore o minore, si attribuivano le peculiari loro virtù farmacologiche.

Grande importanza si annette attualmente anche alle proprietà fisiche e fisico-chimiche delle acque stesse che le moderne conoscenze permettono d'indagare.

L'Italia, dall'Alpi alle Isole, possiede fortunatamente notevole dovizia di acque minerali, di tipo svariatissimo, delle quali molte meritatamente celebri che richiamano annualmente decine di migliaia di frequentatori, anche stranieri, in cerca di guarigione e di ristoro fisico.

Trattasi quindi di un patrimonio nazionale ingentissimo che interessa valorizzare al massimo, patrimonio che, dopo lo splendore di Roma che tenne in gran fama ed onore terme e sorgenti, venne nel corso dei secoli assai trascurato od anche abbandonato.

Le maggiori cognizioni che si andarono in seguito assumendo nel campo della medicina e della biologia in genere determinarono più tardi, dai tempi del rinascimento in poi, un nuovo vivace interessamento ai complessi problemi connessi all'impiego delle acque minerali.

Nel mentre cioè negli ancora primitivi laboratori chimici se ne cominciava ad indagare la composizione, altri scienziati ne ricercavano nelle sorte Università e cliniche le proprietà d'uso terapeutico.

Lavoro assai lungo e difficile, in rapporto anche alle minori ed imprecise conoscenze del tempo ed ai metodi piuttosto rudimentali d'indagine e per di più condotto con criteri disparati ed in buona parte empirici.

Nozioni particolarmente più esatte e concrete non si ebbero conseguentemente che a partire dalla seconda metà del secolo scorso, epoca

(1) *Comunicazione all'Accademia di Udine nell'adunanza del 15 giugno 1936 - XIV.*

BIBLIOGRAFIA

U. Pratolongo. - *Trattamenti anticrittogamici ed insetticidi.* - Piacenza, 1929.
C. Wehmer. - *Die Pflanzenstoffe.* - Jena, 1929 e 1935.
Takei. - *Berichte der deutschen Chemische Gesellschaft.* - 1931.
Numeri dell' " *Experiment Station Record* „ degli anni 1931-1937.
The Malayan Agricultural Journal - November, 1932. - Kuala Lumpur.
Butenandt e Mc. Cartney. - *Ann. Chem.* - 1932.
Takei, Miyajima e Ono. - *Scient. Papers Inst. Phys. Chem. Res.* - 1932.
Roark. - *Journ. Oekonom. Enthomol.* - 1933.
M. Polonovski et A. Lespagnol. - *Éléments de Chimie Organique Biologique.* - Paris, 1934.
G. Canneri e P. Magini. - *La Chimica e l'Industria.* - Milano, settembre 1935 - XIII.
L'Industrie Chimique. - Dicembre 1935.
P. A. Rowaan. - *De Chemische Waardebepaling van Rotenonhoudend plantenmateriaal.* - Amsterdam, 1935.
Q. Mingoia. - *La Chimica e l'Industria.* - Milano, aprile 1936 - XIV.
La Chimica e l'Industria. - Milano, giugno 1936 - XIV.
La Chimica e l'Industria. - Milano, aprile 1937-XV.
Bulletin International du vin. - Marzo 1937, Paris.
M. Calvino. - *La Domenica dell'Agricoltore.* - Milano, 25 aprile 1937 - XV.
M. Calvino - *La Costa Azzurra agricola e floreale* - n. 5 - maggio 1937 - XV.
J. Legros. - *La Culture du Derris en Extrême Orient.* - in Revue Internationale d'Agriculture. - Gennaio 1937, Roma.
G. Giordano. - *L'Alpe* - Milano, novembre-dicembre 1937 - XVI.
M. Raucourt. - *Annales Agronomiques.* - Paris, novembre-dicembre 1937.

lizzazione appare anche di molto inferiore a quella delle migliori acque potabili.

Una recente classificazione di Marotta e Sica delle acque minerali da bibita, ora ufficialmente adottata, distingue in proposito:

1. Acque oligo-minerali - con residuo a 180° non superiore a gr. 0.200 per litro.

2. Acque medio minerali - con residuo a 180° superiore a gr. 0.200 e inferiore a gr. 1 per litro.

3. Acque minerali - con residuo a 180° superiore a gr. 1 per litro.

Queste ultime vengono poi suddivise in vari gruppi: salse, solfuree, arsenicali, ferruginose, bicarbonate, solfate, con numerosi sottogruppi per i tipi composti e per gli elementi principali o secondari contenuti ad es. salso bromoiodiche, bicarbonate, solforate, alcaline ecc.

Per molte di queste acque le virtù terapeutiche sono dovute alle sostanze contenute in maggior copia, per altre sono principalmente gli elementi presenti in piccola o minima quantità, per altre infine vi partecipano questi e quelle in uno alle peculiari proprietà fisico-chimiche.

Il meccanismo d'azione di tali sostanze nel corpo umano ha formato e forma oggetto d'indagini da parte di una folta schiera di farmacologi, di clinici e di cultori della biochimica che tuttora si affaticano a svelarne i complessi ed in parte ancora misteriosi rapporti di attività.

Maggiormente chiarita in questi ultimi tempi è stata la funzione che possono esercitare anche le minimissime quantità di elementi contenuti nelle acque stesse, laboriosamente ricercati dai chimici con raffinati metodi analitici, quantità che al profano potrebbero sembrare del tutto infime e trascurabili.

Uno o più di tali elementi sono non infrequentemente presenti nelle acque minerali e ciò che più importa sotto opportuna ed attiva forma solubile di combinazione.

Si è recentemente persino dimostrato che taluni elementi inorganici sempre a dosi infinitamente piccole, esercitano azione sinergica con le vitamine, in quanto questi e le vitamine stesse spiegherebbero azione inferiore od anche nulla se non contemporaneamente presenti.

Non è errato pertanto affermare che dette sostanze, pur in tracce minime, dominano non di rado i fenomeni della vita.

Questo ordine di studi si dimostra del più alto interesse e può portare a risultanze sempre più cospicue.

Tra le proprietà fisiche e fisico-chimiche vanno principalmente citate: il grado di temperatura più o meno costante con cui l'acqua sgorga alla sorgente e che ne può determinare il carattere di acqua fredda o termale e quindi l'uso particolare cui si addice ed inoltre la densità, la conducibilità elettrica specifica che permette di valutarne il grado di ionizzazione maggiore o minore, il punto crioscopico e la pressione osmotica, la reazione e la conseguente attività idrogenionica, la radioattività che appare notevole per talune acque, la presenza di gas rari ecc.

dalla quale le ricerche aumentarono di numero e di rigore tecnico determinando nel contempo, col maggior flusso di pazienti, il sorgere di fiorenti industrie alberghiere e sanitarie nei più rinomati luoghi di cura che ne valorizzavano così anche dal lato turistico l'ameno e salubre soggiorno.

Dal 1900 in poi gli studi sull'argomento raggiunsero un ritmo ancora più celere; l'idrologia e la crenoterapia assunsero quasi carattere di scienza a sè ed illustri studiosi dettarono lavori e relazioni di fondamentale valore tecnico e pratico.

Una più completa disciplina della vasta materia si raggiunse tuttavia da noi solo nel dopo guerra a merito del Governo Fascista e personale del Duce che seppe promuovere e stimolare maggiormente indagini ed iniziative, stabilendo opportune e necessarie norme legislative, avocando allo Stato taluno dei massimi centri idroclimatici e favorendo in ogni modo l'accesso e la frequenza ai luoghi di cura a vantaggio anche particolare delle giovani generazioni.

In seno al Comitato per la Chimica del Consiglio Nazionale delle Ricerche e in unione alla Direzione Generale della Sanità pubblica venne inoltre creata una Commissione permanente per le acque minerali d'Italia presieduta da S. E. prof. Parravano e composta da insigni studiosi nella materia di cui trattasi.

Scopo della Commissione è quello di tener desta l'attenzione intorno a questo vitale problema, di promuovere studi su quelle acque minerali non note od ancora malamente note, di creare qualche centro superiore di ricerche, di portare infine a conoscenza di quanti s'interessano il cospicuo materiale discriminato già raccolto e da raccogliersi, secondo norme tecniche fisse ed uniformi che permettano la valutazione precisa delle proprietà delle singole acque minerali, valutazione essenziale di base per le più dirette indagini di carattere terapeutico e clinico.

La Commissione ha già dato inizio alla pubblicazione de «Le acque minerali d'Italia» con un primo interessante Quaderno riguardante il Lazio, cui faranno seguito altri e fra questi uno attualmente in preparazione sul Veneto.

Secondo una definizione del Piccinini, per acqua minerale s'intende un'acqua di *sorgente*, l'uso della quale provoca nell'organismo umano delle modificazioni che possono essere utilizzate favorevolmente in terapia.

In ciò esse si differenziano pertanto dalle acque potabili di comune uso domestico e, per essere di sorgente e senza aggiunta alcuna di sostanze, anche e fondamentalmente dalle acque minerali artificiali.

Nei riguardi della composizione chimica vi hanno acque minerali di tipo svariatissimo in rapporto ai diversi elementi inorganici in esse disciolti e pertanto vi si notano differenze assai notevoli sia di ordine qualitativo che quantitativo.

Ad acque sensibilmente concentrate e che per evaporazione danno luogo a cospicuo residuo salino, ipermineralizzate, fanno riscontro sia pure con proprietà terapeutiche diverse ma non meno efficienti, acque con contenuto assai più modesto di sali ed altre ancora in cui la minera-

Soggiungeva che l'analisi delle acque minerali della provincia costituiva quindi un lavoro ancora da farsi per intero.

Non consta però che altri ricercatori si siano successivamente e particolarmente occupati dell'argomento.

Il Tellini infatti nella sua dotta monografia «Le acque sotterranee del Friuli e la loro utilizzazione» in Annali del R. Istituto Tecnico di Udine — Serie II - Anni XVI - XVII - XVIII e XIX - 1898-1901 — nulla di nuovo potè aggiungere a proposito delle acque minerali e pure nel succoso Manuale del Piccinini «Idrologia e Crenoterapia» — Le acque minerali d'Italia -- edito nel 1924, od in altre pubblicazioni ancora, non sono dedicati che brevissimi e del tutto insufficienti cenni alle acque del Friuli.

Preposto alla direzione della Stazione Chimico-Agraria Sperimentale, da oltre un ventennio mi sono largamente occupato di falde ed acque sotterranee, sorgive ed artesiane, sia nei riguardi delle loro proprietà e caratteri di potabilità che dell'utilizzazione a scopo agrario ed irriguo, portando l'esame da solo o con i miei collaboratori su molte centinaia di campioni della più svariata provenienza.

Conseguentemente e per i motivi già fatti presenti dal Marinoni ho ritenuto utile ed opportuno proporre anche l'interessante problema delle acque minerali, basando lo studio sui più moderni metodi d'indagine e ciò pure nell'intento di addivenire a una necessaria classificazione delle nostre acque e di stabilirne possibilmente la genesi in rapporto ai terreni dai quali scaturiscono.

Mi preme tuttavia far rilevare che se le presenti notizie costituiscono un contributo sia pure sensibile al problema stesso e come tale rientrante nelle specifiche attività spiegate in Friuli nel dopo guerra nel campo degli studi e delle applicazioni pratiche, delle quali l'illustre Presidente e l'On. Consiglio dell'Accademia hanno tanto utilmente promosso le relazioni documentarie, esso richiede di essere ancora approfondito e completato.

Le difficoltà che s'incontrano in questo genere di studi sono molteplici e ad alcune si è fatto precedente riferimento, quali il rilevante numero di ricerche necessarie prescritte, l'utilità di ripetere le indagini per stabilire le eventuali modificazioni che l'acqua può subire, ed inoltre la distanza notevole e l'accesso disagiato per varie sorgenti, il che nell'insieme comporta anche un non lieve dispendio finanziario e di tempo.

Altra difficoltà che s'incontra è poi data dal fatto che per la massima parte dei casi le sorgenti non dispongono di razionali opere di cattura e presa, atte ad evitare la mescolanza e l'inquinamento con altre acque superficiali o meteoriche che nulla hanno a che vedere con le prime e che di conseguenza possono falsare i risultati della ricerca.

A ciò va indubbiamente provveduto sia agli scopi di studio che di utilità pratica.

Bene spesso bastano allo scopo anche opere di carattere relativamente modesto.

Tutte queste ricerche, non escluse quelle sull'ambiente e sulla natura geologica dei terreni di scaturigine, cui devono unirsi quelle d'ordine batteriologico in merito alla purezza dell'acqua stessa, sono tassativamente prescritte dalle vigenti disposizioni, nel mentre è di spettanza dell'Autorità sanitaria di Stato, sulla base delle risultanze stesse, la concessione o meno di apertura ed esercizio delle Stazioni di cura.

Trattasi quindi di una serie numerosa d'indagini, talune anche dispendiose, delicate e complesse, che non di rado occorre ripetere per stabilire le eventuali variazioni di composizione fisico-chimica della sorgente, che potranno ritardare ma non rinviare in questo fervore di attività nazionale il rilievo e il catasto esatto del nostro patrimonio idrologico, non secondo a quello pur ricchissimo di altri paesi.

Il Friuli, dall'alta cerchia alpina sino agli estremi depositi attuali lagunari e litoranei, pur costituendo una regione fisicamente completa in cui quasi tutte le formazioni geologiche vi sono sensibilmente rappresentate, non presenta, per quanto almeno sinora noto, grande ricchezza e varietà di acque minerali.

Questa relativa deficienza non va tuttavia sopravalutata, ad essa si deve opporre l'indagine razionale e completa e la valorizzazione e sfruttamento massimo di tutto quanto esiste in posto.

Alcune acque minerali del Friuli ebbero fama sin dal tempo dei Romani, quali la sorgente di Piano d'Arta anche attualmente in piena efficienza, quelle termali della vicina Monfalcone ora purtroppo del tutto abbandonate e forse altre ancora.

Nel secolo scorso vari studiosi effettuarono indagini e ricerche su talune di queste nostre acque come appare dall'unito elenco bibliografico di detti lavori.

Due interessanti riassunti monografici di quanto sino allora conosciuto al riguardo, di cui uno dovuto al prof. Giovanni Marinelli e l'altro al prof. Camillo Marinoni valorosi insegnanti presso il locale R. Istituto Tecnico, comparvero nell' « Annuario Statistico della Provincia di Udine », Vol. I - III - IV pubblicati rispettivamente negli anni 1876 1881-1889 dall'Accademia Udinese di Scienze, Lettere ed Arti, opera pregevolissima e pur oggi del massimo interesse, che costituisce un vanto del secolare Sodalizio.

Nella memoria del Marinelli vi figurano elencate n. 24 sorgenti minerali delle quali 19 solfuree e 5 ferruginose.

Ad alcune di queste, con ogni certezza, non spetta tuttavia l'appellativo di minerali, trattandosi piuttosto di acque di tipo comune, nel mentre non può comunque dirsi che l'elenco di cui sopra risulti completo.

Il Marinoni stesso riporta anche le analisi chimiche già compiute per talune sorgenti, avvertendo però sin d'allora (1881) di essere persuaso ch'esse non meritassero più molta fiducia, essendo state eseguite con metodi antiquati.

successivamente catturata con opportune opere di presa a mezzo galleria scavata nella roccia calcarea, sotto la strada Anduins-Vito d'Asio.

L'acqua di Anduins è denominata dal Piccinini solfurea fredda, con temperatura di 12°, portata 6000 litri nelle 24 ore, residuo fisso gr. 0.77 e discreta quantità di acido solfidrico (e cloruri).

Mancano altri dati analitici.

I campioni per l'esame ed analisi fisico-chimica vennero da me prelevati allo Stabilimento di cura, dalla fontana sita esternamente ed a pochi metri dalla galleria di presa, il giorno 19 maggio 1924.

Successivi prelievi, eseguiti il 18 dicembre 1925 e 15 luglio 1931, dimostrano che vi hanno oscillazioni d'ordine quantitativo per quanto riguarda il residuo ed i singoli componenti disciolti e ciò forse in dipendenza di periodi stagionali più o meno piovosi, pur conservando tuttavia l'acqua le sue peculiari caratteristiche qualitative.

A quanto ne riferisce il Marinoni, la sorgente di cui sopra scaturirebbe al contatto discordante delle marne eoceniche col calcare turoniano, nel versante meridionale del M. Forchia, quasi alle origini del Rio Barquet affluente dell'Arzino.

Recenti ricerche geologiche confermano in massima la tesi di cui sopra, il banco spetterebbe al Cretaceo (calcari di scogliera a Rudiste).

In base ad una analisi di L. Moschini (1867) che non è stato possibile rintracciare, l'acqua è stata dapprima classificata come solfureo-magnesiaca e il Marinoni suppose che «la presenza dei sali magnesiaci derivi dalla dolomia triasica del M. Forchia (Pala) nel versante settentrionale», ciò che pare improbabile dato anche l'assai debole contenuto di magnesio dell'acqua stessa.

Anche la credenza popolare ritiene erroneamente magnesiaca la fonte suddetta.

Va ritenuto invece, come in altro studio ebbi a rilevare, che una più stretta relazione interceda tra la composizione dell'acqua e la natura dei materiali marnosi eocenici dai quali la sorgente scaturisce a contatto.

ANALISI CHIMICA.

Caratteri generali.

Acqua incolora, limpida, con rarissimi frustoli in sospensione sotto forma di tenuissimi filamenti nei quali si è rilevata la presenza di solfo amorfo.

Odore marcato d'idrogeno solforato, sapore solfureo non disgustoso.

Reazione leggermente alcalina alla cartina di tornasole; l'acqua arrossa debolmente ma nettamente per aggiunta di alcune gocce di fenolftaleina.

La pianura friulana manca di vere acque minerali; le rare minuscole sorgenti qua e là segnalate sono trascurabili e non danno inoltre alcun affidamento di costanza del carattere presentato poichè del tutto superficiali ed ancora perchè facilmente inquinabili.

Eccezione potrebbe essere fatta per talune acque di composizione caratteristica sgorganti dai pozzi artesiani più profondi della bassa pianura, ma pure per queste e per vari motivi propongo la non inclusione nel novero delle acque minerali. Quivi esse sono anche quotidianamente usate a scopo di bevanda alimentare, data l'impossibilità di altri rifornimenti.

Le sorgenti minerali vanno pertanto essenzialmente ricercate nella complessa nostra zona collinare e nelle formazioni montuose o nelle vallate del sistema prealpino ed alpino.

Comunque, tanto nella zona collinare che in quella montuosa, quasi tutte le sorgenti minerali almeno sinora segnalate si distinguono per la presenza d'idrogeno solforato e conseguentemente dall'odore caratteristico di uova marce, da cui la denominazione locale di acque *pudie* con più o meno spiccato sapore solfureo.

Nelle notizie seguenti in merito alle varie sorgenti sono esposte le caratteristiche essenziali fisiche e di composizione; esula invece qualunque riferimento di carattere terapeutico, di competenza del clinico e dell'igienista.

Zona collinare.

Risulta questa costituita, ad esclusione dell'anfiteatro morenico, dalle formazioni sedimentarie marine, marnose-arenacee od anche calcaree dell'Eocene che con forme orografiche non molto accentuate si dipartono dalla Valle dell'Isonzo e stendentesi per Cormòns, Buttrio, Cividale, Tarcento sino al Torre ed oltre, per ricomparire di poi, in alternanza coi depositi susseguenti del Miocene, sulla destra del Tagliamento sino ai colli di Vito d'Asio, Clauzetto, Meduno, Cavasso, Frisanco, Fanna, ecc.

Nella zona collinare eocenica la sorgente più nota e sfruttata è quella di Anduins, ne esistono tuttavia molte altre.

ACQUA DELLA SORGENTE DI ANDUINS.

(Comune di Vito d'Asio).

Detta sorgente solfurea, situata a circa m. 340 s. m. in destra del F. Tagliamento, bacino del T. Arzino, venne scoperta verso il 1860 e fu di poi sempre sensibilmente frequentata.

L'acqua viene usata per bevanda, attualmente e solo in via secondaria anche per bagni.

La sorgente che scaturiva dapprima da un detrito roccioso, è stata

Risultati analitici.

IONE	Formula	Grammi per litro	Millimoli	Millivalenze	
				Cationi	Anioni
Sodio	$Na^{\cdot}$	0.179127	7.7891	**7.7891**	
Potassio	$K^{\cdot}$	0.003218	0.0823	0.0823	
Litio	$Li^{\cdot}$	0.000100	0.0144	0.0144	
Calcio	$Ca^{\cdot\cdot}$	0.008594	0.2144	0.4288	
Magnesio	$Mg^{\cdot\cdot}$	0.006537	0.2688	0.5376	
Ferro	$Fe^{\cdot\cdot}$	0.000196	0.0035	0.0070	
				8.8592	
Cloro	Cl'	0.017400	0.4907		0.4907
Bromo	Br'	0.000369	0.0046		0.0046
Iodio	I'	0.000253	0.0020		0.0020
Solforico	SO_4''	0.036287	0.3777		0.7554
Idrocarbonico . . .	HCO_3'	0.463000	7.5901		**7.5901**
		0.715081			8.8428
Anidride silicica . .	SiO_2	0.006920	0.1152		
Idrogeno solforato .	H_2S	0.006732	0.1977		
		0.728733			

CLASSIFICAZIONE: Solfurea. Medio-minerale.

A complemento dei dati sopra riferiti può dirsi che la sorgente solfurea di Anduins unisce alla non elevata mineralizzazione una peculiare composizione di tipo nettamente alcalino per la predominanza assoluta del sodio combinato allo jone idrocarbonico; per il debole tenore di calcio,

Valutazioni chimiche diverse.

Residuo fisso a 100°	gr. 0.5020 per litro
Residuo fisso a 180°	gr. 0.4931 » »
Assenza di: ammoniaca, nitriti, nitrati	
Idrogeno solforato: presente	
Ossigeno consumato in soluzione acida secondo Kübel	gr. 0.0008 per litro
Grado solfidrometrico	mg. 6.732 di H_2S » »
Alcalinità	cm³ 75.9 di HCl n/10 » »

Determinazioni fisico-chimiche.

Temperatura dell'acqua alla fontana di presa	12°.8	alle ore 14.30 del 19 maggio 1924
Temperatura dell'aria esterna .	23°	

Densità: $D \frac{15^\circ}{4^\circ} = 0.99964$: $D \frac{15^\circ}{15^\circ} = 1.00048$.

Abbassamento crioscopico Δ T = 0°,045.

Pressione osmotica = 0.54 atmosfere.

Attività degli ioni idrogeno = P_H = 8.3.

Gas disciolti.

(per litro e ridotti a 0° e 760 mm.)

Anidride carbonica e ossigeno	—
Azoto e gas rari	cm³ 26.60
Idrogeno solforato	» 4.37
	cm³ 30.97

Varie sorgenti si riscontrano nella zona collinare in destra Tagliamento ma spettanti alla formazione del Miocene, quali a Meduno, Cavasso Nuovo, Fanna, ecc.

Per vari caratteri presentano alcune sensibili analogie con le precedenti della serie eocenica.

Ho esaminato in particolare quelle di Meduno e di Cavasso Nuovo. La sorgente di Meduno sgorga quasi a livello del greto attuale del T. Meduna di fronte al paese omonimo tra le arenarie e le molasse micacee. Viene comunemente bevuta; va tuttavia osservato che le acque del Meduna nei periodi di piena raggiungono o sorpassano il livello di fuoruscita della sorgente che non risulta quindi attualmente protetta a sufficienza.

La fonte di Cavasso Nuovo (Recoaro) scaturisce poco a nord della Chiesa del paese stesso, tra le marne arenacee a Venus Dujardini.

E' pur essa di tipo solfureo e alquanto frequentata, ma per le insufficienti condizioni di presa facile ne appare la mescolanza con le acque superficiali, il che non mi ha permesso di valutarne la vera costanza di caratteri.

Zona prealpina ed alpina.

Le fonti più rinomate e da tempo antichissimo utilizzate sono quelle di Arta (Piano d'Arta) nella valle del Torrente Bût e quelle di Lusnizza nell'alta Val Fella.

Sono di tipo similare per quanto si riscontri tra le due un sensibile diverso grado di mineralizzazione.

La vasta area solcata dal Tagliamento e dai vari affluenti merita però una ancora più attenta disamina ed indagine in rapporto alle complesse e molteplici formazioni geologiche quivi presenti e pertanto ai fini di un catasto completo il che, probabilmente, porterà non solo ad aumentare il numero di quelle attualmente note ma bensì anche alla conoscenza e valutazione di altre che per essere non di tipo solfureo più difficilmente s'impongono all'attenzione popolare.

ACQUA DELLA SORGENTE DI ARTA.

La sorgente solfurea di Arta è conosciuta da tempi assai remoti e sembra fosse già usata dai Romani come medicinale nelle terme di Zuglio (Forum-Julii).

Nel libro *De Antiquitatibus Carnie* di Fabio A. Ermacora (pubblicato nel secolo XV) si riparla di essa come notissima.

Lo Schivardi dedica un ampio articolo ad Arta, mettendone in risalto giustamente anche i pregi climatici.

L'acqua viene usata per bibita e per bagni.

magnesio e relativamente di solfati e cloruri, nonchè per la presenza, sia pure in minima quantità, di elementi rari quali il litio, il bromo e lo jodio.

Bibliografia.

C. Marinoni: *Sui minerali del Friuli* - III. Acque minerali in: "Annuario Statistico per la provincia di Udine". (Pubblicato dall'Accademia Udinese di Scienze, Lettere ed Arti). Anno III - Udine, 1881.

P. Piccinini: *Idrologia e Crenoterapia.* Hoepli 1924.

E. Feruglio: *Le Prealpi tra l'Isonzo e l'Arzino.* Descrizione geologica - Udine 1925.

D. e E. Feruglio: *La zona delle risorgive del Basso Friuli fra "Tagliamento e Torre".* - Udine, 1925.

In analogia al principio che tali sono le acque quali sono i terreni da cui sgorgano, poichè degli elementi ivi presenti le acque stesse variamente si caricano e si mineralizzano, dovrebbe risultare, ciò che le presenti ricerche hanno dimostrato, che le diverse sorgenti solfuree rintracciate nella zona collinare eocenica sono di tipo analogo a quella di Anduins ora esaminata.

Aggiungo che talune sensibili differenze vi si riscontrano in rapporto alla profondità da cui l'acqua scaturisce, alla varia preponderanza dei tipi di roccie presenti, all'ampiezza del bacino di raccolta e di filtrazione sotterranea ecc. ed ancora al fatto ricordato della possibilità di mescolanza con acque superficiali ove mancano adatte opere di presa.

Nel complesso, l'ordine qualitativo di composizione delle acque di questa serie mantiene tuttavia una certa costanza.

La portata rivelabile di tali sorgenti qua e là presenti appare minuscola, ma tuttavia apprezzabile e che torna quindi opportuno non disperdere.

Tra quelle più o meno completamente da me esaminate in questi ultimi anni, elenco qui una sorgente sita in una vallecola del Comune di Clauzetto e pertanto non molto lungi da Anduins; altra scoperta e utilizzata dal cav. Sbuelz nella sua tenuta di Savorgnano del Torre che è apparsa leggermente più mineralizzata di quella di Anduins, ma di tipo corrispondente anche per la presenza degli elementi rari sopra segnalati.

Ricordo ancora la sorgente sita in Comune di Buttrio subito alla base dei colli omonimi, altra in territorio di Cormons, di Nimis ecc. ed inoltre quella denominata «Patochis» sulla sinistra del Torre a breve distanza da Tarcento, della portata di circa un litro al minuto e debolmente mineralizzata in rapporto al limitato bacino del piccolo rilievo collinoso da cui scaturisce e alla maggior possibilità di filtrazioni esterne.

Ma l'elenco non può dirsi completo, altre ne esistono sicuramente alle quali sarà opportuno estendere l'indagine successiva e sistematica.

Valutazioni chimiche diverse.

Residuo fisso a 100°	gr. 2.6046 per litro
Residuo fisso a 180°	gr. 2.3203 » »
Nitriti, nitrati = assenza	
Ammoniaca = assenza	
Idrogeno solforato = presente	
Ossigeno consumato in soluzione acida secondo Kübel	gr. 0.0010 per litro
Grado solfidrometrico	mg. 2.73 » »
Alcalinità	cm^3 32.7 di HCl n/10 » »

Determinazioni fisico chimiche.

Temperatura dell'acqua alle fontanelle di presa (ore 15.30 del 18 dicembre 1924)	9°.7
Temperatura dell'aria esterna	2°
Densità: $D \frac{15°}{4°}$	1.001455
Densità: $D \frac{15°}{15°}$	1.002297
Abbassamento crioscopico Δ T	0°.07
Pressione osmotica	0.843 atmosfere
Attività degli ioni idrogeno = P_H = 7.2	
Conducibilità elettrica: K 18° = 0.00145 (1)	
Radioattività in Unità Mache = 1.1 (1)	

Gas disciolti.

(per litro a 0° e 760 mm.)

Anidride carbonica	cm^3 1.4
Ossigeno	» —
Azoto e gas rari	» 22.9
Idrogeno solforato	» 1.77
Totale	cm^3 26.07

(1) Determinazioni del prof. G. Bragagnolo.

Il Piccini calcola a 20 mila litri nelle 24 ore la portata della sorgente, temperatura 12°.

L'acqua stessa venne esaminata da Moretti, Franzoia e Dessaix (1811), da Ragazzini (1846), da A. Cossa (1872) che per primo vi riscontrò la presenza del litio ; l'analisi del Cossa non venne però nè completata, nè pubblicata.

Il Ragazzini citato ne dà la seguente composizione, in parte non attendibile :

In una libbra metrica:

Materie volatili.	Acido idrosolforico	gr. 0.0082
Residuo secco	Solfato di magnesia	» 0.5470
	Solfato di calce	» 1.3530
	Cloruro di magnesio	» 0.3410
	Cloruro di calcio	tracce
	Acido silicico	» 0.0120
	Carbonato di calce	tracce
	Materie organiche	tracce
	Perdita	» 0.0370
		gr. 2.2982

La sorgente scaturisce in una radura a prato con pochi cespugli ed essenze resinose, a circa m. 440 s. m., nelle alluvioni recenti e sull'immediata destra del T. Bût, affluente del Tagliamento.

E' stato provveduto ad opportuna captazione dell'acqua che ora sgorga da una fontanella a 4 prese in vicinanza dello Stabilimento ; la zona è difesa dalle piene del T. Bût mediante arginatura.

Il bacino del T. Bût è qui compreso nelle formazioni del Permiano superiore a dolomie cariate, calcari marnosi e dolomitici, calcari bituminosi ecc., con presenza talora di gesso.

Il prof. Gortani mette infatti in relazione questa ed altre sorgenti solfuree della Carnia con la presenza dei gessi sopra ricordati, confermando così i precedenti rilievi dei proff. Cossa e Marinoni.

ANALISI CHIMICA

Caratteri generali.

Acqua incolora, limpida, odore sensibile d'idrogeno solforato, sapore solfureo non disgustoso.

Reazione neutra al tornasole.

Bibliografia.

P. Schivardi: *Guida alle acque minerali e ai bagni d' Italia.*

C. Marinoni: *Sui minerali pel Friuli* – III. Acque minerali in: " Annuario statistico per la provincia di Udine " (pubblicato dall'Accademia Udinese di Scienze, Lettere ed Arti). Anno III - Udine, 1881.

M. Gortani: *I bacini della But, del Chiarso e della Vinadia in Carnia.* Pubblicazione n. 104. R. Magistrato alle Acque. Ufficio Idrografico - Venezia, 1920.

P. Piccinini: *Idrologia e Crenoterapia.* Hoepli, 1924.

M. Gortani, A. Desio: *Carta Geologica delle Tre Venezie* – Foglio Pontebba. Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque - Venezia.

ACQUA DELLA SORGENTE DI BAGNI DI LUSNIZZA.

Le presenti notizie si riferiscono alla sorgente solfurea dello Stabilimento Oman, esistendo altro Stabilimento più ad ovest che fruisce pure di acqua solfurea.

Bagni di Lusnizza è situato nell'alta Valle del F. Fella, affluente del Tagliamento e la sorgente vi scaturisce sulla sinistra del fiume stesso, pullulando da materiali detritico-rocciosi.

Un piccolo torrentello, denominato Rio dello zolfo, in cui defluivano anche le acque di questa sorgente e di altre analoghe viciniori, individua e caratterizza la località.

La sorgente utilizzata è munita di opera di presa e di conduttura che trasporta l'acqua stessa allo Stabilimento distante circa mezzo chilometro.

Il prelevamento dei campioni venne effettuato il 9 aprile 1925 dalla fontana dello Stabilimento.

Non si sono potute rintracciare notizie precedenti intorno alle proprietà della sorgente che, prima della grande guerra, trovavasi in territorio austriaco.

Dal foglio «Pontebba» della Carta Geologica delle Tre Venezie, rilevato da M. Gortani e A. Desio e pubblicato dall'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque di Venezia, risulta che la sorgente sgorga lungo lungo una stretta zona di formazioni del Permiano superiore a contatto di elementi detritici quaternari.

ANALISI CHIMICA

Caratteri generali.

Acqua incolora, con sensibilissimo odore d' idrogeno solforato, sapore marcato solfureo, quasi perfettamente limpida.

Reazione neutra al tornasole.

Risultati analitici.

IONE	Formula	Grammi per litro	Millimoli	Millivalenze Cationi	Millivalenze Anioni
Sodio	$Na^{\cdot}$	0.003866	0.1681	0.1681	
Potassio	$K^{\cdot}$	0.001460	0.0373	0.0373	
Litio	$Li^{\cdot}$	0.000008	0.0012	0.0012	
Calcio	$Ca^{\cdot\cdot}$	0.525338	13.1105	**26.2210**	
Stronzio	$Sr^{\cdot\cdot}$	0.002757	0.0314	0.0628	
Magnesio	$Mg^{\cdot\cdot}$	0.115345	4.7428	**9.4856**	
Ferro	$Fe^{\cdot\cdot}$	0.000419	0.0075	0.0150	
				35.9910	
Cloro	Cl'	0 001065	0.0300		0.0300
Residuo solforico . .	SO_4''	1.569678	16.3406		**32.6812**
Resid. idrocarbonico .	HCO_3'	0.199470	3.2700		**3.2700**
		2.419406			35.9812
Anidride silicica . .	$Si\ O_2$	0.007600	0.1265		
Idrogeno solforato .	H_2S	0.002730	0.0801		
Anidride carbonica .	CO_2	0.002766	0.0629		
		2.432502			

CLASSIFICAZIONE : Solfurea-solfato bicarbonato-alcalino-terrosa.

Risultati analitici.

IONE	Formula	Grammi per litro	Millimoli	Millivalenze Cationi	Millivalenze Anioni
Sodio	$Na^{\cdot}$	0.002841	0.1235	0.1235	
Potassio	$K^{\cdot}$	0.000606	0.0155	0.0155	
Litio	$Li^{\cdot}$	0.000005	0.0007	0.0007	
Calcio	$Ca^{\cdot\cdot}$	0.407560	10.1712	**20.3424**	
Stronzio	$Sr^{\cdot\cdot}$	0.007188	0.0820	0.1640	
Magnesio	$Mg^{\cdot\cdot}$	0.093436	3.8419	**7.6838**	
Ferro	$Fe^{\cdot\cdot}$	0.000139	0.0025	0.0050	
				28.3349	
Cloro	Cl'	0.001241	0.0350		0.0350
Residuo solforico . .	SO_4''	1.185091	12.3369		**24.6738**
Resid. idrocarbonico .	HCO_3'	0.220332	3.6120		**3.6120**
		1.918439			28.3208
Anidride silicica . .	SiO_2	0.007500	0.1248		
Idrogeno solforato .	H_2S	0.006386	0.1875		
Anidride carbonica .	CO_2	0.006050	0.1375		
		1.938375			

CLASSIFICAZIONE: Solfurea-solfato-bicarbonato-alcalino terrosa.

Le sorgenti solfuree di Arta e Lusnizza rientrano entrambe nel gruppo delle minerali; con residuo superiore a gr. 2 per litro e con sensibile ricchezza degli ioni solforico e calcio, cui susseguono gli ioni idrocarbonico e magnesio.

Valutazioni chimiche diverse.

Residuo fisso a 100°	gr. 2.1715	per litro
Residuo fisso a 180°	gr. 1.8115	» »
Ammoniaca, nitriti e nitrati: assenza		
Idrogeno solforato : presente		
Ossigeno consumato in soluzione acida secondo Kübel	gr. 0.00132	per litro
Grado solfidrometrico	mg. 6.386	» »
Alcalinità	cm³ 36.12 di HCl n/10	» »

Determinazioni fisico-chimiche.

Temperatura dell'acqua alla fontana dello Stabilimento (ore 15.15 del 9 aprile 1925)	7°
Temperatura dell'aria esterna	14°
Densità: $D \frac{15°}{4°}$	1.000942
Densità: $D \frac{15°}{15°}$	1.001784
Abbassamento crioscopico Δ T	0°.055
Pressione osmotica	0.662 atmosfere
Attività degli ioni idrogeno = P_H = 7.1	

Gas disciolti

(per litro a 0° e 760 mm.)

Anidride carbonica	cm³ 3.06
Ossigeno	» —
Azoto e gas rari	» 17.84
Idrogeno solforato	» 4.14
	Totale cm³ 25.04

Si sono qui d'altronde volutamente omessi i dati analitici di varie altre sorgenti citate che, per deficienti opere di presa od altre cause ancora, mi hanno offerto incostanza dei caratteri essenziali.

Sarò lieto se non mi mancherà occasione e possibilità per un completamento delle ricerche, potrei dirmi in ogni modo soddisfatto se il richiamo al problema stesso determinasse l'attenzione anche di altri appassionati studiosi.

E' poi ad augurare che le acque qui illustrate e delle quali vi ha inoltre la documentazione della purezza microbica, a suo tempo accertata dal competente Laboratorio Batteriologico di Udine, possano formare oggetto di particolare studio da parte di medici ed igienisti, agli scopi diretti della loro più rispondente utilizzazione terapeutica.

DOMENICO FERUGLIO

In rapporto a tale composizione essenziale esse vengono classificate come solfuree - solfato - bicarbonato alcalino terrose.

Va inoltre posta in evidenza la presenza degli elementi secondari: silice, sodio e potassio con minime quantità di cloruri e di ferro ed in particolare ancora quella degli elementi rari, litio e stronzio.

Lo stronzio viene qui per la prima volta segnalato e dosato nelle acque stesse.

Altre sorgenti minerali solfuree esistono a Villa Santina, a Ravascletto nella Valcalda - valletta del rio Marasso -, in Val Pesarina, in valle del Lumiei, a Forni Avoltri, a Tolmezzo (Illegio, Lorenzaso e Fusea), Verzegnis e in Val Fella a Moggio e Pontebba.

Nel Friuli Occidentale, alta valle del Cellina in territorio di Claut, vi ha una sorgente solfurea, denominata Puzza, tuttavia non in dipendenza delle formazioni gessifere (zona calcareo dolomitica).

Ne sono decantate le ottime proprietà, la sorgente trovasi però in località alquanto disagiata e non ho avuto modo di sottoporla ad esame.

Sorgenti ferruginose.

La regione friulana è poverissima di acque ferruginose. Merita comunque citata una sorgente, che attualmente si disperde nelle ghiaie e di cui non potei per tale motivo prelevare adatti campioni, che appare ad Arta a poche decine di metri dalla fonte solfurea prima ricordata.

L'acqua è stata molto sommariamente riguardata dal Ragazzini (1846) e sarebbe invero desiderabile che sotto la guida di competente geologo se ne potesse rintracciare e catturare la falda di provenienza.

La possibilità di sfruttamento di due sorgenti viciniori di tipo e proprietà differenti, concorrerebbe indubbiamente alla maggior valorizzazione di quella celebrata Stazione idroterapica.

Altra sorgente ferruginosa è segnalata a Villa Santina (Carnia).

Tre piccole sorgenti formanti gruppo e sempre riferibili alle ferruginose vennero in passato segnalate subito a nord di Sacile (km. 1) a quota 24 sulla strada per Polcenigo.

Scaturivano a fior di terra e sin dal 1878-79 si tentarono inutilmente lavori per rintracciarne il filone di provenienza.

Come in precedenza ricordato il presente studio non esaurisce l'importante problema delle acque minerali del Friuli.

Esso appare comunque assai meglio inquadrato e le risultanze riferite definiscono, per la prima volta, i più sicuri dati sulla composizione chimica e sulle proprietà essenziali delle più importanti e largamente sfruttate nostre sorgenti, di Anduins, Arta e Lusnizza, intorno alle quali non si avevano in passato che notizie imprecise ed anche errate.

INDICE